

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Obor: 3106T 002 Chemická technologie textilní

KATEDRA TEXTILNÍ CHEMIE

Oleofobní parametry klasických perfluoralkanů a dendrimerů

Oleophobic characteristics of classical perfluoralkans and dendrimers

Bc. Sabina Vondroušová

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Jaroslav Odvárka, Dr.Sc.

Konzultant: Ing. Josef Dembický, ph.D.

Počet stran: 88

Počet obrázků: 50

Počet tabulek: 30

Počet grafů: 4

Zadání diplomové práce

Anotace

Tato diplomová práce je vypracována na téma oleofobní parametry klasických perfluoralkanů a dendrimerů. Cílem diplomové práce je experimentálně odzkoušet tři typy oleofobních přípravků na bázi perfluoralkanů a jeden přípravek na bázi dendrimerů a zjistit jak se tyto přípravky fixované na textilie chovají v běžné spotřebitelské údržbě.

V první části – teoretické je vypracován přehled na téma dendrimery, hydrofobní, oleofobní a nešpinivá úprava dle dostupné odborné literatury.

Druhá část – experimentální je zaměřena na aplikaci oleofobizačních přípravků a následné testování hydrofobně-oleofobizačních parametrů.

Annotation

This diploma work is elaboration themed at oleophobic characteristics classical perfluoralkans and dendrimers. Purposes of this diploma work is experimentally test three types of oleophobic preparations on base perfluoralkans and one preparation is based on dendrimers and wants to find out how these preparations fixate textile act in ordinary consumers' upkeep.

In forepart – theoretic is elaboration survey themed at dendrimers, water-repellent, oil-repellent and antisoil finishing according to moderate revolting literature.

Alternative part – experimental is focused on application oleophobic preparations and resulting testing water-repellent and oil-repellent characteristics.

Klíčová slova: perfluoralkany, dendrimery, hydrofobně-oleofobní parametry

Key words: perfluoralkans, dendrimers, water-repellent and oil-repellent characteristics

**Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně
s použitím uvedené literatury.**

V Liberci 15. 5. 2006

.....

podpis diplomanta

Na tomto místě bych ráda poděkovala Doc. Ing. Jaroslavu Odvárkovi, Dr.Sc. za vedení této diplomové práce a cenné připomínky, dále Ing. Josefu Dembickému, ph.D. a Ing. Jakubu Wienerovi, ph.D. za všestrannou pomoc a ochotu při provádění experimentů.

OBSAH:

1 ÚVOD	8
2 TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1 Hydrofobní úprava	9
2.1.1 Úvod do problematiky	9
2.1.2 Smáčivost vláken	9
2.2 Typy hydrofobních úprav	12
2.2.1 Prodyšná hydrofobní úprava	12
2.2.2 Neprodyšná hydrofobní úprava	12
2.3 Způsoby hydrofobních úprav	13
2.4 Rozdělení hydrofobních úprav	14
2.4.1 Úprava textilií nanášením hydrofobních hmot	14
2.4.1.1 <i>Parafin-voskové emulze</i>	15
2.4.1.2 <i>Deriváty vyšších mastných kyselin</i>	16
2.4.1.3 <i>Silikony</i>	17
2.4.1.4 <i>Perfluorované sloučeniny</i>	20
2.5 Hodnocení hydrofobních úprav	20
2.6 Oleofobní, nešpinivá úprava	22
2.6.1 Perfluorované sloučeniny	22
2.6.2 Dual action (flip flop)	24
2.6.3 Laundry air dry (oleofobní, nešpinivá úprava)	26
2.6.4 Úprava Teflon (hydrofobní, oleofobní, nešpinivá úprava)	27
2.7 Testování oleofobní, nešpinivé úpravy	28
2.8 Dendrimery v průmyslu	29
2.8.1 Příprava dendritických polymerů (strategie syntézy)	32
2.8.1.1 <i>Srovnání divergentní a konvergentní strategie</i>	33
2.8.2 Fyzikální vlastnosti dendrimerů	34
2.8.3 Chemická modifikace	35
2.8.4 Potenciální aplikace	37
2.9 Použití dendrimerů na textilie	39
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	43
3.1 Cíl diplomové práce	43
3.2 Charakteristika použitého materiálu	43
3.3 Charakteristika použitých přípravků	44
3.4 Příprava klocovacích lázní	46
3.5 Aplikace přípravků na textilie	47
3.6 Měření změny odstínu upravených textilií	50
3.6.1 Měření barevné difference v prostoru CIELAB	50
3.6.2 Srovnání barevné difference DE*-CIELAB s šedou stupnicí	54
3.6.3 Hodnocení barevných diferencí upravených textilií	56
3.6.3.1 <i>Hodnocení vlivu koncentrace oleofobizačního přípravku na změnu odstínu</i>	58
3.6.4 Závěr hodnocení barevných diferencí upravených textilií	58

3.7 Testování hydrofobní a oleofobní úpravy	59
3.7.1 Použité metody testování hydrofobní a oleofobní úpravy	59
3.7.2 Hodnocení hydrofobního a oleofobního efektu jednotlivých přípravků	62
3.7.3 Závěr hodnocení testování hydrofobního a oleofobního efektu	63
3.8 Zkoušky stálosti (hydrofobní a oleofobní úpravy) v praní	64
3.8.1 Použité metody zkoušky stálosti v praní	64
3.8.2 Hodnocení stálosti hydrofobní a oleofobní úpravy v praní	64
3.8.3 Závěr zkoušky stálosti v praní	65
3.9 Elektronová mikroskopie dendrimerů	66
3.9.1 Použitá metoda zkoumání nadmolekulární struktury dendrimerů	66
3.9.2 Hodnocení elektronové mikroskopie dendrimerů	68
3.9.3 Výsledky elektronové mikroskopie dendrimerů	69
3.9.4 Závěr hodnocení nadmolekulární struktury dendrimerů	72
3.10 Měření propustnosti vodních par u upravených textilií	72
3.10.1 Použitá metoda měření propustnosti vodních par	72
3.10.2 Hodnocení propustnosti vodních par	74
3.10.3 Závěr hodnocení propustnosti vodních par	75
3.11 Měření statického koeficientu tření u upravených textilií	75
3.11.1 Použitá metoda měření statického koeficientu tření	75
3.11.2 Hodnocení statického koeficientu tření	77
3.11.3 Závěr hodnocení statického koeficientu tření	78
3.12 Kvalitativní testování sorpce špíny na upravených textiliích	78
3.12.1 Použitá metoda testování špinivosti textilií	78
3.12.2 Hodnocení kvalitativního testování sorpce špíny na uprav. textiliích	79
3.12.3 Závěr hodnocení kvalitativního testování sorpce špíny na upravených textiliích	82
3.13 Cenové zhodnocení testovaných přípravků	83
3.14 Testované parametry aplikovaných přípravků	84
4 ZÁVĚR	85

Seznam použité literatury

87

1 ÚVOD

Zušlechťování textilií zahrnuje všechny pracovní postupy, které zlepšují vlastnosti textilních materiálů. Musí svou kvalitou i estetickou úrovní vyhovět vysokým požadavkům spotřebitelů.

Na textilní materiály používané pro výrobu pracovních oděvů a pro nejrůznější technické účely je kladen požadavek odolnosti vůči vodě, olejům a suché špíně. Zvýšení odolnosti textilií proti pronikání vody a olejů se dosahuje hydrofobní, oleofobní a nešpinivou úpravou.

Hydrofobizační prostředky mohou být dodávány v různých formách např. parafin - voskové emulze, silikony, perfluoralkany (úprava perfluoralkany je hydrofobní a zároveň oleofobní a nešpinivá) a prostředky na bázi dendrimerů (úprava je hydrofobní, oleofobní a nešpinivá).

Cílem této diplomové práce je srovnání klasických oleofobních přípravků na bázi perfluoralkanů a přípravků na bázi dendrimerů ve spotřebitelské údržbě.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Hydrofobní úprava

2.1.1 Úvod do problematiky

Nanášení různých hmot na textilie, za účelem snížení propustnosti proti vodě, náleží k nejstarším způsobům zušlechťování. Již staří Číňané a jihoameričtí Indiáni dovedli zvyšovat nepromokavost tkanin různými rostlinnými šťávami (např. přírodním latexem). V Evropě se používal asi od 14. století lněný olej.

Hydrofobní úprava je speciální úpravou, jejímž cílem je zvýšení odolnosti textilních materiálů vůči vodě. Přírodní vlákna mají velkou schopnost přijímat vodu, jsou hydrofilní, tj. snadno se smáčejí. Dopadne-li kapka na povrch hydrofilního vlákna, rychle se vsákne do kapilárních pórů a tkanina se promočí. Účelem je zabránit tomuto vsakování a smáčení tkaniny tak, že se její povrch učiní hydrofobním. Kapka vody na povrchu se nevsákne, ale steče, aniž by tkaninu smočila.

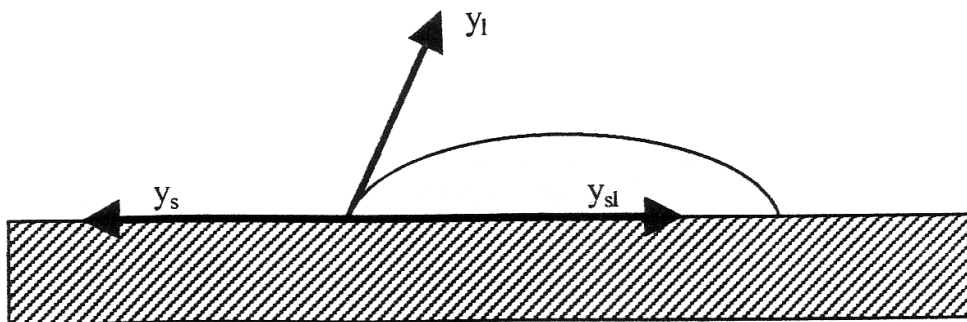
Hydrofobní úpravou se potlačuje smáčivost textilie a propůjčuje se jí vodoodpudivost. [1]

2.1.2 Smáčivost vláken

Smáčivost textilie vodou způsobují tyto faktory:

- 1) Kapilární afinita textilie, která je větší než povrchové napětí vody.
- 2) Kritické povrchové napětí textilie - jestliže voda nemá materiál smáčet, pak jeho povrchové napětí musí být nižší než povrchové napětí vody.

Měřítkem hydrofilnosti nebo hydrofobnosti povrchu látek je úhel smáčení α (mezi kapalinou a tuhou fází). Úhel smáčení α se tvoří na rozhraní tří fází tj. mezi textilií, kapalinou a vzduchem. Je-li kapka na textilní podložce v klidu, ustanoví se na fázovém rozhraní rovnováha, která je vyjádřena Youngovou rovnicí (1) dle obr. 1:



Obr. 1 - Rovnováha na fázovém rozhraní

$$\cos \alpha = (\gamma_s - \gamma_{sl}) / \gamma_l \quad (1)$$

γ_smezifázové napětí na rozhraní textilie – plyn [mN.m^{-1}]

γ_lmezifázové napětí na rozhraní kapalina – plyn [mN.m^{-1}]

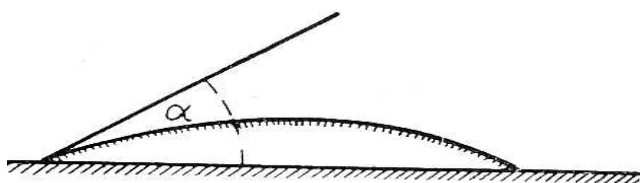
γ_{sl}mezifázové napětí na rozhraní textilie – kapalina [mN.m^{-1}]

Rozdíl $\gamma_s - \gamma_{sl}$ je tzv. smáčecí napětí.

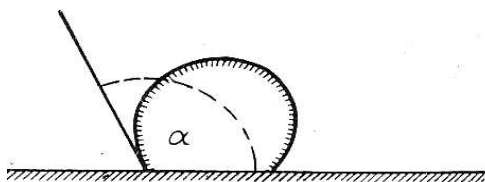
Je-li $\gamma_s - \gamma_{sl} > 0$, pak $\alpha < 90^\circ$, textilie se kapalinou smáčí. viz. obr.2

Je-li $\gamma_s - \gamma_{sl} < 0$, pak $\alpha > 90^\circ$, textilie se kapalinou neschmáčí. viz. obr.3

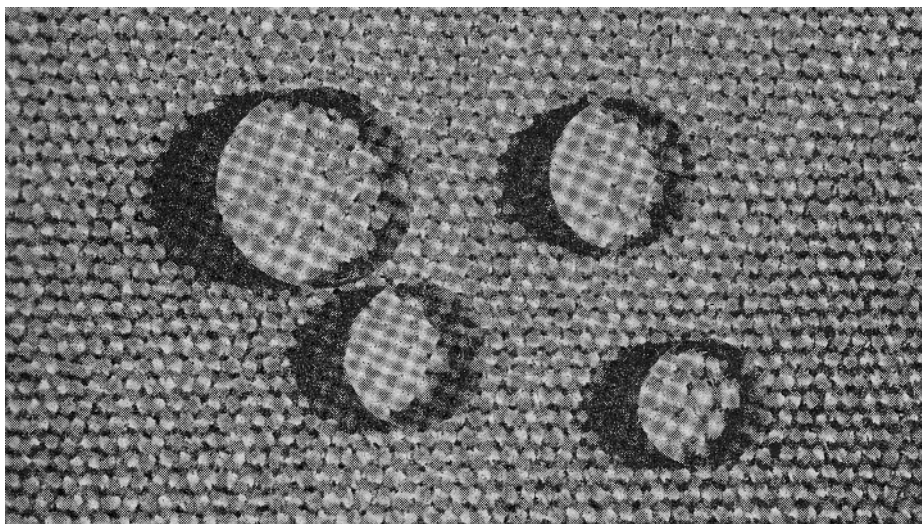
, $\alpha = 180^\circ$, úplná hydrofobizace - odperlující efekt. viz. obr. 4



Obr. 2 - Tvar kapky na hydrofilní ploše, $\alpha < 90^\circ$, znatelné smáčení



Obr. 3 - Tvar kapky na hydrofobní ploše, $\alpha > 90^\circ$, špatné smáčení



Obr. 4 - Odperlující efekt na tkanině s hydrofobní úpravou, $\alpha = 180^\circ$

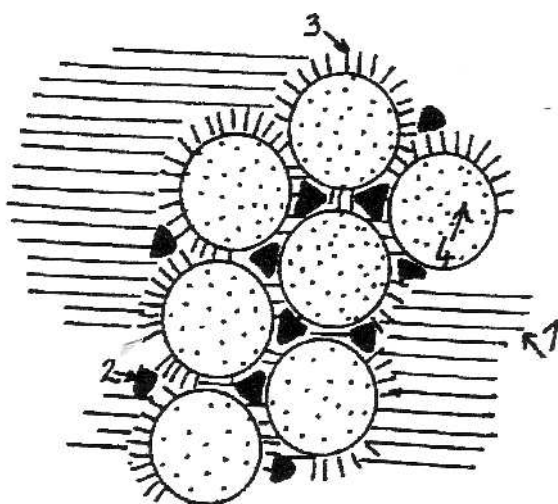
úhly smáčení:

Parafin-voskové emulze - $\alpha = 105 - 110^\circ$

Silikony - $\alpha = 120^\circ$

Perfluoralkany - $\alpha = 130^\circ$

Voda může být přítomna jako voda adhezní, adsorbovaná, kapilární a voda zadržená botnáním – viz. Obr. 5. Množství vody, které textilie přijme, závisí na struktuře vlákna, konstrukci příze a na vazbě tkaniny. [2]



legenda: 1 – voda adhezní
 2 – voda kapilární
 3 – voda adsorbovaná
 4 – voda zadržená
 botnáním

Obr. 5 - Přítomnost vody v textilií

Úhel α se tedy může použít jako měřítko smáčivosti vláken. Čím vyšší je úhel α , tím má textilie lepší odperlující efekt. [2]

2.2 Typy hydrofobních úprav

Rozlišujeme úpravu dvojího typu:

2.2.1 Prodyšná hydrofobní úprava

- *Odperlující efekt* - nejlehčí typ hydrofobní úpravy. Vodní kapky na povrchu textilie odperlují, aniž by došlo k jejímu smočení. Jednotlivá vlákna se obalí hydrofobním filmem tak, že do nich nemůže pronikat voda, póry mezi vlákny zůstávají zachovány a umožňují propustnost vzduchu. Tato úprava je určena pro svrchní oblečení např. sportovní oblečení.
- *Nepromokavost* – omezená prodyšnost. Úprava je schopná vodu nejen odrážet, ale i zabránit jejímu pronikání tkaninou při zachování částečné prodyšnosti. Vhodná např. pro úpravu pracovních oděvů do deště.

2.2.2 Neprodyšná hydrofobní úprava

- *Vodotěsnost* – textilie má odolávat určitému tlaku vodního sloupce. Je tvořena ze souvislého filmu hydrofobní látky, který pevně lpí na tkanině a zalepuje všechny mezery mezi vlákny. Provádí se povrstvením tkaniny kaučukem, tuhoucím olejem, termoplastickou pryskyřicí apod. Podmínkou je, aby film byl pružný, pevný a s dostatečnou adhezí. Tato úprava se používá pro stanoviny, plachtoviny, technické textilie.

2.3 Způsoby hydrofobních úprav

Všechny hydrofobní úpravy jsou založeny na snížení botnání vláken. Snížení botnání lze dosáhnout blokováním hydrofilních skupin hmoty vlákna nebo nanesením látky s nízkým povrchovým napětím. [2]

Hlavní zásady, které musí být splněny pro dosažení kvalitního hydrofobního efektu:

- 1) hladká, rovnoměrná, uzavřená struktura tkaniny s jemnými kapilárami
- 2) čistý povrch zbavený všech alkálií a povrchově aktivních látek
- 3) nízká hodnota botnání vlákna po úpravě
- 4) uzavřený a vysoce účinný film na vláknech
- 5) velký smáčecí úhel hydrofobizační látky
- 6) velká adheze hydrofobní substance k vláknu

Kromě použitého hydrofobizačního prostředku má vliv na dosažení kvalitní hydrofobní úpravy i stav tkaniny před úpravou.

Je třeba z tkaniny odstranit všechny hydrofilní zbytky z předcházejících preparací, zbytky šlichtovacích, barvicích nebo apretačních prostředků. Také je nutné věnovat zvýšenou pozornost vyvářce s následnou neutralizací a oplachu, neboť téměř všechny výše zmíněné prostředky obsahují větší či menší množství PAL, které působí rušivě na následující hydrofobní úpravu. Lepší vypratelnost anionaktivních tenzidů oproti neionogenním vedla k názoru, že tyto produkty jsou pro předúpravu vhodnější než produkty neionogenního charakteru. [3]

Peter [4] uvádí, že u tkaniny, která se bude hydrofobně upravovat, je výhodnější, když se v předúpravě nepoužije smáčedlo.

Podle uložení hydrofobního prostředku na textilií se rozlišují tři hlavní způsoby hydrofobní úpravy:

- mechanické uložení vodoodpudivé látky na vlákne
- chemická reakce hydrofobních látek s vláknem

- tvorba vodoodpudivého filmu na vlákne

Bylo popsáno a patentováno mnoho chemických sloučenin vhodných pro hydrofobní úpravu textilních materiálů, ale ne všechny našly stejné uplatnění. V textilním zušlechťování je dnes průmyslově využíváno pouze několik základních a osvědčených typů hydrofobních prostředků. Tyto prostředky lze aplikovat jednostupňovým postupem.

2.4 Rozdělení hydrofobních úprav

Hydrofobizaci povrchu k výrobě nepromokavých textilií lze provést buď povrstvením vláken vrstvičkou hydrofobní látky, nebo chemickou přeměnou povrchových molekul vláken na hydrofobní ester nebo ether.

Před hydrofobizací se musí z vláken odstranit zbytky textilních pomocných prostředků a barviv, které by mohly snižovat výsledný hydrofobizační efekt. [2]

Kvalita hydrofobní úpravy je závislá:

- na druhu upravovaného materiálu
- na kvalitě jeho předúpravy
- na konstrukci tkaniny
- na druhu hydrofobizačního přípravku
- na dodržení předepsaného postupu úpravy

Druh hydrofobizačního přípravku ovlivňuje jak kvalitu provedené úpravy, tak i její stálosti v praní nebo chemickém čištění. [5]

2.4.1 Úprava textilií nanášením hydrofobních hmot

Tyto hmoty se buď nanesou na vlákna, nebo se na nich přímo vysráží tak, aby se jimi vlákna obalila v tenké vrstvičce.

Hydrofobní účinky na textilním zboží mohou být dosaženy použitím různých typů hydrofobních prostředků. [6]

Rozdělení hydrofobních prostředků:

1. parafinové emulze s hlinitými nebo zirkoničitými solemi
2. deriváty vyšších mastných kyselin
3. silikony
4. perfluoralkany – hydrofobní, oleofobní, nešpinivá úprava [7]

2.4.1.1 Parafin - voskové emulze obsahující kovové mýdlo

Nejstarší, dnes již téměř nepoužívaný, způsob vodoodpudivé úpravy je natírání povrchu tkanin roztaveným voskem nebo parafinem. Jednalo se o mechanické uložení mastných hydrofobizačních látek na vlákna, čímž se potlačila vzlínavost a smáčivost povrchu.

Kromě vosků a parafinů se používala také ve vodě nerozpustná kovová mýdla, která se aplikovala dvouláznovým způsobem. První lázeň obsahovala roztok mýdla, druhá lázeň roztok kovové soli. Vzájemným působením karboxylové kyseliny a vícemocných kovových iontů vznikalo kovové mýdlo. K tomuto účelu se používalo alkalické mýdlo (např. palmitan sodný) a z kovových solí soli hliníku. [7]

Ačkoliv jsou hlinitá mýdla usazená na povrchu vláken nerozpustná ve vodě, nebyla tato úprava stálá v praní ani v chemickém čištění.

Parafinové emulze se solemi hliníku

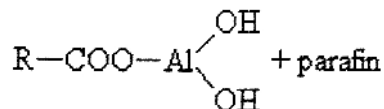
Jsou značným pokrokem oproti předcházejícím hydrofobizačním prostředkům, neboť se aplikují jednoláznovým způsobem.

Chemické složení, princip hydrofobizace:

Vláknenný materiál je upraven parafinovou emulzí, která se vysráží na vlákne a při sušení vnikne do nitra materiálu. Emulze obsahují kromě emulgátorů také hlinité soli, které

se projevují hydrofobním účinkem a současně kation Al^{+3} dodává dispergovaným částčkám parafinu kladný náboj, a tím zvyšuje jeho afinitu k vláknu.

Aby se zabránilo vyvločkování emulgovaných parafinových částček přidáním elektrolytu, obsahuje emulze ochranný koloid, kterým bývá olej nebo polyvinylalkohol.



Obr. 6 - Parafinová emulze se solemi hliníku

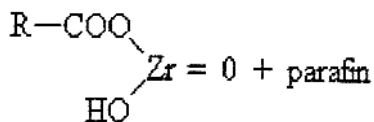
Obchodní označení: Depluvín T, Depluvín L, Hydrophobol WF

Parafinové emulze se solemi zirkonu

Tyto sloučeniny dosahují lepšího voodpudivého efektu v porovnání se solemi hliníku. Úprava je také stálější v praní nebo chemickém čištění. Nevýhodou je však zhoršení omaku upravené tkaniny.

Chemické složení, princip hydrofobizace:

Vyšší účinnost těchto produktů je dána tím, že soli zirkonu silně adsorbují na vlákna a při aplikaci na vlnu či PAD vytváří vazby se skupinami $-\text{NH}_2$.



Obr. 7 - Parafinová emulze se solemi zirkonu

Obchodní označení: Depluvín SP, Cerol Z, Averzin Z

2.4.1.2 Deriváty vyšších mastných kyselin

Přípravky tohoto typu (kvarterní amoniové soli, deriváty vyšších mastných kyselin, substituované aminoplasty) tvoří nejmenší skupinu hydrofobních prostředků, která je však

zajímavá z chemického hlediska dosahované kvality finálních úprav. Ve většině případů dochází u této skupiny hydrofobizantů k chemické vazbě mezi aplikovaným produktem a –OH skupinou celulózy. Rozsahem průmyslového využití nedosahuje tato skupina úrovně parafin-voskových emulzí nebo silikonů, používá se jen na některé speciální úpravy. [3]

2.4.1.3 Silikony

Silikony mají v textilním zpracování široké uplatnění. Používají se hlavně jako změkčovadla, smáčecí prostředky, hydrofobizační prostředky a své uplatnění nacházejí také jako mazadla při předení. [8] Silikony byly poprvé popsány v roce 1904 v průkopnické práci p. Rochowa a poté se začaly průmyslově vyrábět.

Silikony jsou nejrozšířenější skupinou hydrofobních prostředků z následujících důvodů:

1. jsou univerzální, lze je použít na všechny typy textilních materiálů
2. příprava úpravnických lázní je velmi snadná - pouhé naředění
3. jsou vysoce účinné i v malých koncentracích
4. upravené textilie mají příjemný, měkký, typicky „silikonový“ omak
5. snížení prodyšnosti prakticky nenastává

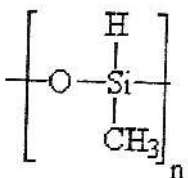
Jako první silikon byl vyvinut methylpolysiloxan, užívaný pro hydrofobní úpravu a změkčování textilií. Tento polymer nahradil parafin - voskové emulze a polyethylenové emulze, které se v té době používaly.

Pod pojmem silikon jsou zpravidla zahrnuty všechny organokřemičité sloučeniny. Největší význam mají polymery, u nichž jsou křemíkové atomy spojeny kyslíkovými atomy a zbylé valence jsou vázány na uhlovodíkové zbytky - jsou to tzv. polyorganosiloxany. [9]

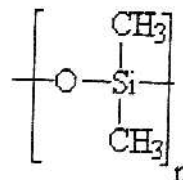
Připravují se hydrolýzou alkyl- a aryl-chlorsilanů, získávaných zpravidla přímou syntézou z alkyl- nebo aryl-chloridů a elementárního křemíku s mědí jako katalyzátorem za teplot 250 – 450°C.

Chemické složení, princip hydrofobizace:

Hydrofobní prostředky obsahují polymery siloxanů, a to polyhydrogenmethylpolysiloxan nebo polydimethylpolysiloxan, anebo jejich směs.

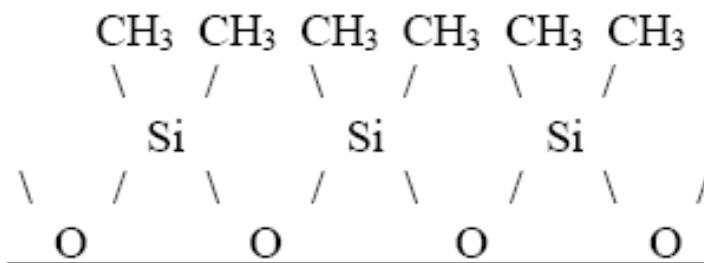


Obr. 8 - Polyhydrogenmethylpolysiloxan



Obr. 9 - Polydimethylpolysiloxan

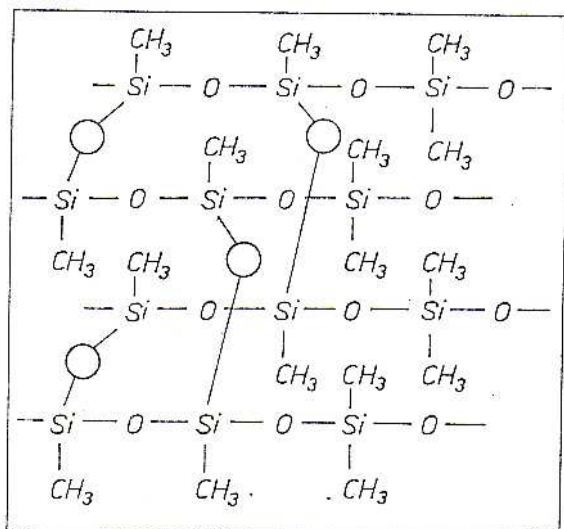
Tyto produkty nejsou schopné se chemicky vázat na textilní materiál, ale jsou dokonale filmotvorné a obalují textilní vlákno pružným bezbarvým a hladkým filmem. Filmotvornost je dána jejich schopností se prostorově zesít'ovat. Nositeli hydrofobních vlastností jsou převážně metylové skupiny, které musí být orientované vůči vnějšímu okolí, aby se získal maximální hydrofobní účinek.



Obr. 10 - Orientace molekul siloxanů na textilním substrátu

Pro polymeraci siloxanů a orientaci metylových skupin se používají anorganické a organické katalyzátory. Organické katalyzátory se dělí na sloučeniny obsahující kovovou sůl, př. zinečnaté soli karboxylových kyselin, a nekovové sloučeniny, př. epoxidové pryskyřice. Výběrem katalyzátorů je ovlivněna konečná kondenzace polysiloxanů. V přítomnosti anorganických sloučenin postačuje kratší čas zahřátí nebo nižší teplota, neboť tyto katalyzátory reagují rychleji. Prostředky se na trh dodávají ve formě emulze (stability emulze se dosahuje úpravou pH).

Účinnost impregnačního přípravku závisí také na druhu a množství použitého emulgátoru, kterými mohou být např. polyvinylalkohol, aniontové a kationtové emulgátory, samozesíťující epoxidové pryskyřice. Nejstálější úpravy dosáhneme při použití epoxidových pryskyřic. [2]



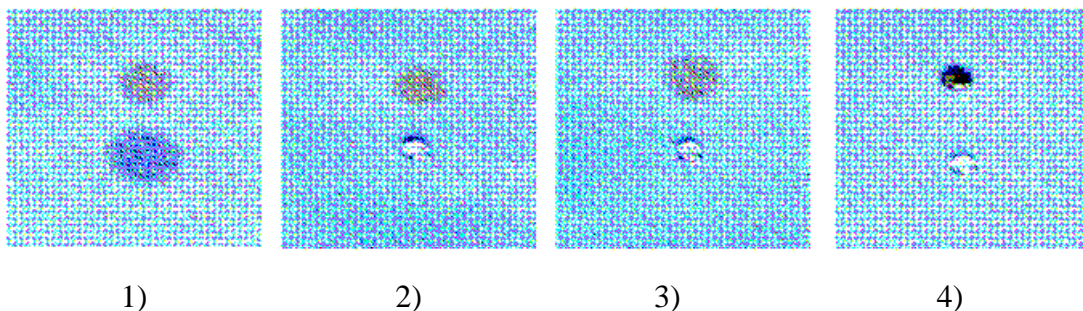
Obr. 11 - Schéma zesíťení molekul polysiloxanů za přítomnosti katalyzátorů a působení vysoké teploty

Při silikonové hydrofobní úpravě dochází také ke ztrátě pevnosti v přetrhu. Přínosem silikonové úpravy je příznivé ovlivnění nemačkovosti upraveného materiálu. Při použití silikonů na syntetická vlákna je výsledný barevný odstín tmavší, proto se některé silikonové přípravky používají pro zesílení tmavších odstínů. [10] Silikony zabezpečují trvanlivou úpravu po vícenásobném praní. [11]

Technologická aplikace:

Příprava úpravnické lázně se provádí pouhým naředěním příslušným organickým rozpouštědlem, přípravky se aplikují pomocí fuláru. Poté se upravená tkanina suší na napínacím rámu při 120 – 130°C. Kondenzace probíhá v teplovzdušném sušicím stroji po dobu 5 min při 140°C nebo po dobu 3 min při 160°C.

Obchodní označení: Perlit SI-SW/Perlit 40159, Perlit SIL



Obr. 12 – Hydrofobní a oleofobní efekt na různě upravených textiliích (červená kapka – olej, modrá kapka – voda), 1) neupravená textilie, 2) textilie upravená pomocí parafin-voskových emulzí, 3) textilie upravená pomocí silikonů, 4) textilie upravená pomocí perfluoralkanů

2.4.1.4 Perfluorované sloučeniny

Viz. kapitola 2.6 Oleofobní, nešpinivá úprava

2.5 Hodnocení hydrofobních úprav

Účinnost hydrofobních prostředků je dána dosaženým efektem a hodnotí se několika způsoby. [11]

1. Zkoušení vodoodpudivosti metodou zkrápění podle ČSN 80 0827 [12]

Metoda spočívá ve stanovení vodoodpudivosti jakékoliv plošné textilie po zkrápění jejího povrchu vodou ohodnocením stupni na základě porovnání s etalony.

Postup zkoušky: Vzorek textilie o rozměru 180x180 mm se umístí do rámečku lícem nahoru tak, aby směr toku vody byl s podélným směrem plošné textilie. Do nálevky se rychle a stejnoměrně vlije 250 cm³ destilované vody 20°C. Veškeré množství musí protéci za 25 až 30 s. Změny povrchu vzorku na lícové straně se ohodnotí porovnáním vzorku a etalonu.

2. Stanovení nepromokavosti umělým deštěm podle ČSN 80 0856 [13]

Pomocí této metody se hodnotí nepromokavost a s ní související vodoodpudivost a nasákavost textilie. Vzorek se umístí na otáčkový nosič zařízení. Na tento nosič působí s určitou intenzitou umělý déšť. Nepromokavost se hodnotí množstvím vody, které proteče textilií za určitý čas. Odperlovací efekt se posuzuje podle etalonu a vyjadřuje se ve stupních odperlovacího efektu v rozmezí A-E (1 – 5).

Nasákavost se vyjadřuje procentuálním přírůstkem hmotnosti vzorku, který vyjadřuje množství přijaté vody.

3. Stanovení vodotěsnosti podle ČSN 80 0818 [14]

Tento test měří výšku vodního sloupce, který textilie vydrží. Výška vodního sloupce se zvyšuje, dokud voda nepronikne na třech místech skrz textilií. Tlak, při kterém takto došlo k penetraci, je zaznamenán.

4. Stanovení savosti podle ČSN 80 0828 [15]

Zkouška slouží ke stanovení savosti textilního materiálu vůči vodě vztlínáním, což je schopnost textilie přijímat vodu prostřednictvím kapilárních sil. Stanovuje se tzv. sací výška v mm. Pokus probíhá 30 minut za podmínek blíže definovaných v ČSN 80 0828.

5. Drop test- 3M Water Repellency Test II [16]

Test je založen na zkoušení smáčivosti textilií pomocí koncentrační řady roztoků obsahujících isopropylalkohol a vodu v různých poměrech. Se zvyšující se koncentrací alkoholu se snižuje povrchové napětí roztoku, a tím se mění i úhel smáčení při styku s textilií.

Postup zkoušky: Na testovaný vzorek hydrofobně upravené textilie, který je umístěn ve vodorovné poloze, se pipetou kápnou z výšky 5 mm na tři různá místa vzorku první testovací roztoky. Smáčení povrchu textilie je sledováno po dobu 10 sekund. Stupeň (W – 10) značí roztok, který textilií ještě nesmáčí. Stupeň hydrofobity 0 představuje čistou destilovanou vodu s nejvyšším povrchovým napětím.

6. Měření úhlu smáčivosti

Jeho hodnota představuje objektivní hodnocení hydrofobnosti daného materiálu.

Měření úhlu smáčení (kontaktního úhlu) je možné metodou fotografování. Hodnota tohoto úhlu je funkcí času, při měření je důležité počítat s touto časovou závislostí. Nejpřesnějším způsobem pro měření hodnoty kontaktních úhlů je použití speciálního analyzátoru CA-A vyvinutého japonskou firmou Kyowa Kaimen Kagaku. Toto zařízení umožňuje určit mezipovrchové napětí a volné povrchové energie mezi fázemi.

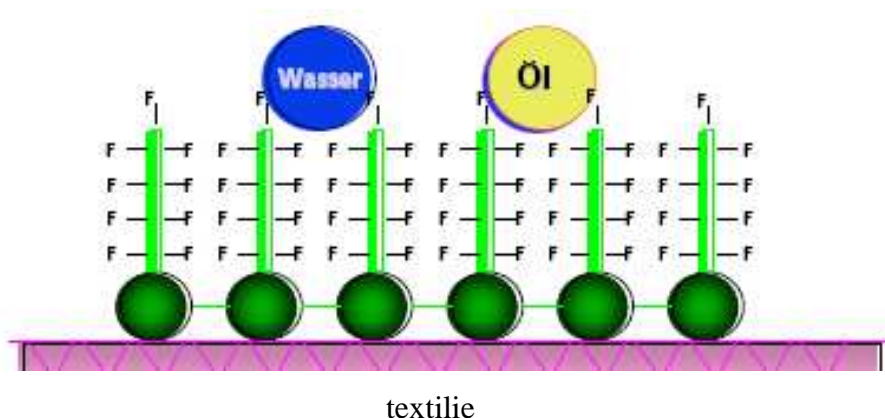
2.6 Oleofobní, nešpinivá úprava

2.6.1 Perfluorované sloučeniny

Perfluoralkany byly zavedeny na trh asi před 40 lety a v posledních letech se používají stále častěji. [17]

Chemické složení, princip hydrofobizace (oleofobizace):

Úprava těmito sloučeninami se zakládá na vytvoření vrstvy na povrchu textilního materiálu, jejíž povrchové napětí je menší než povrchové napětí kapalin, které mohou přijít do styku s materiálem. Povrch textilie může být smáčen kapalinou, pouze pokud má textilie vyšší povrchové napětí než kapalina. Povrchové napětí destilované vody při 20°C je 72 mN.m^{-1} . [7]

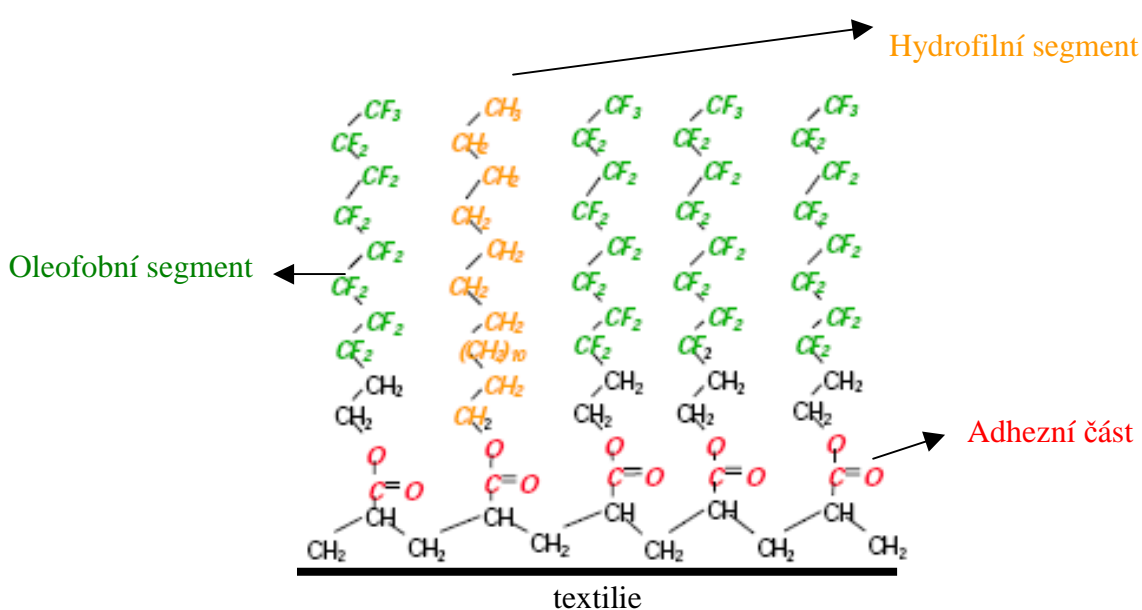


Obr. 13 – Hydrofobní, oleofobní úprava perfluoralkany (Wasser = voda, Öl = olej)

Tato úprava je zároveň hydrofobní, oleofobní a nešpinivá (dále jen oleofobní úprava).

Jen perfluoralkany snižují povrchovou energii do takové míry, že odpuzují polární a nepolární kapaliny (vodné a olejnaté kapaliny). [17]

Na snížení povrchového napětí má vliv chemická konstituce fluoralkylových skupin, délka perfluorovaného řetězce a jeho orientace. Aby se zaručila volná pohyblivost CF_3 -skupin, musí mezi koncovou skupinou a povrchem vlákna ležet řetězec nejméně šesti uhlíků substituovaných fluorem.



Obr. 14 - Orientace perfluorované sloučeniny na textilním substrátu

Technologická aplikace:

Přípravky je možno aplikovat fučářem nebo vytahovacím způsobem z vodného prostředí či organických rozpouštědel. Po sušení při 100 – 130°C následuje kondenzace po dobu 30 – 60 s při 140 – 170°C. [18]

Vhodné použití:

Vhodné na materiály z celulóзовých vláken, vlny, PAN, PAD, PES a jejich směsi.

Obchodní označení: Scotch-guard, Tubiguard 27, Itoguard LJ 100, Teflon

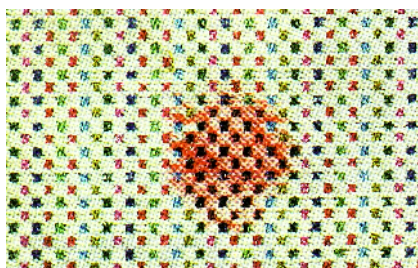
Ciba, Hydrophobol, Invadine, Oleophobol, Teflon, Zerovat jsou registrované známky oleofobní úpravy. [19]

Příklady oleofobních receptur:

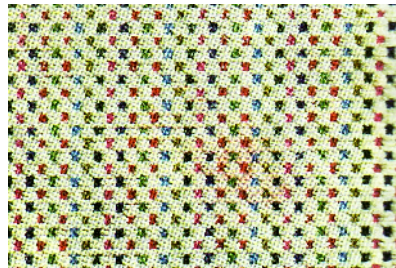
- a) 5 ml/l Invadine PBN Ciba
1 ml/l kyselina octová 60%
40 g/l Oleophobol SM Ciba

- b) 5 ml/l Invadine PBN Ciba
1 ml/l kys. octová 60%
35 g/l Oleophobol SM Ciba
5 g/l Hydrophobol XAN Ciba [17]

U receptury b) je výsledný efekt výborný i při kondenzační teplotě 110°C – používá se při metodě **LOW CURING** (kondenzace při nízkých teplotách – např. u propylenových vláken). [20]



1)



2)

Obr. 15 - 1) Tkanina bez oleofobní úpravy po pracím testu, 2) Tkanina s oleofobní úpravou s použitím přípravku Oleophobol 7713 po pracím testu [17]

2.6.2 Dual action (Flip flop)

Při praní by nebylo možno textílii smočit, chovala by se oleofobně na vzduchu i ve vodě. Nepolární špína, která by se dostala do lázně by se zpátky usazovala na vláknech. Aby se tento nedostatek odstranil, musela se do soustavy perfluoraklanu zabudovat hydrofilní složka. V prací lázni se textilie z části smočí a nečistota se může vyprat.

Takto upravená textilie se chová jinak na vzduchu (není smočitelná) a jinak v práci lázni (je smočitelná).

Při praní textilie s hydrofilním členem, dochází k vyprání nečistoty, ale také k desorientaci (narušení) perfluoralkanových řetězců. Když se textilie vyjme z prací lázně, vypadá úprava jako by přestala fungovat, vystavíme-li textilií vyšší teplotě, perfluoralkany se znovu zorientují a úprava se obnoví.

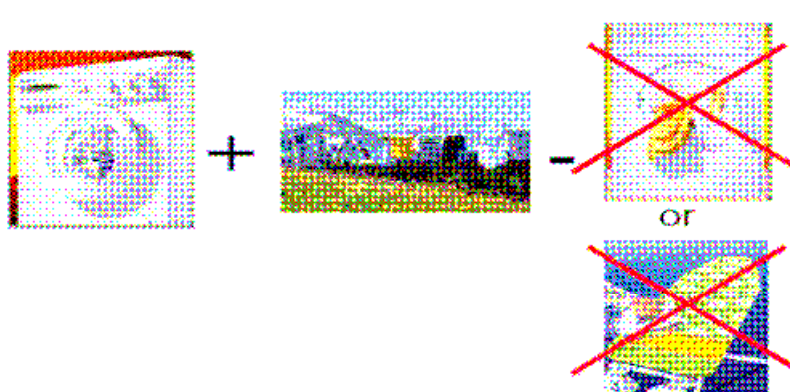
Vlivem sušících a kondenzačních podmínek rozlišujeme **dva typy oleofobní úpravy**:

- 1) *LTD (Laundry/Tumble Dry)* – odpudivý efekt se znovu obnoví po zasušení v sušičce nebo na vzduchu, není třeba žehlení.



Obr. 16 - Úprava LTD

- 2) *LAD (Laundry/Air Dry)* – pro obnovení odpudivého efektu není třeba žehlení ani sušení.



Obr. 17 - Úprava LAD

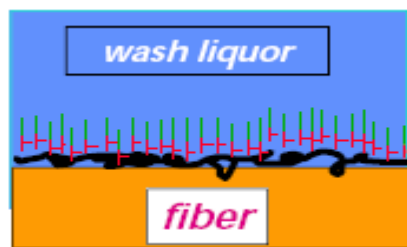
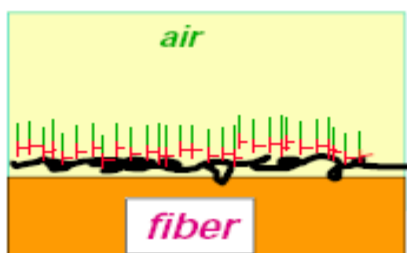
2.6.3 Laundry air dry (oleofobní, nešpinivá úprava)

Úprava zabezpečuje vysoký hydrofobní a oleofobní efekt bez dalšího tepelného zpracování např. žehlení nebo sušením v sušičce.

1) Začátek pracího procesu

air = vzduch (jako hydrofobní systém)

wash liquor = prací lázeň



(A) fiber = vlákno /s perfluoralk. řetězci/

(B) fiber = vlákno /s perfluoralk. řetězci/

Na rozhraní vzduch/vlákno je nižší povrchové napětí na začátku praní než na rozhraní voda/vlákno během praní.

Obr. 18 - (A) Orientace perfluoralkanů před praním (B) Orientace perfluoralkanů na začátku praní

2) Během praní (desorientace perfluoralkanových řetězců)

wash liquor = prací lázeň

wash liquor = prací lázeň



(A) fiber = vlákno /s perfluoralk. řetězci/

(B) fiber = vlákno/s perfluoralk. řetězci/

Zvyšování teploty aktivuje povrchově aktivní tenzid.

Polární skupiny se přestěhují na povrch a redukuje se povrchové napětí na rozhraní voda/vlákno.

Obr. 19 – (A) Orientace perfluoralkanů na začátku praní (B) Desorientace perfluoralkanů během praní

3) Konec pracího procesu

Po praní jsou perfluorované skupiny desorientovány, úprava vypadá jako by přestala fungovat, jednoduché tepelné zpracování (např. žehličkou nebo v sušičce) vede k přeorientaci perfluoralkanů – úprava je znovu aktivována. Dochází k celkovému snížení povrchového napětí.

4) Sušení na vzduchu (přeorientace perfluoralkanových skupin)

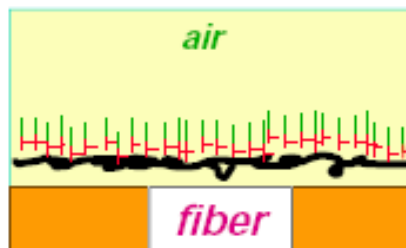
air = vzduch



(A) fiber = vlákno /s perfluoralk. řetězci/

Po odstranění vody a následném sušení se zvedá povrchové napětí na rozhraní vzduch/vlákno.

air = vzduch



(B) fiber = vlákno /s perfluoralk. řetězci/

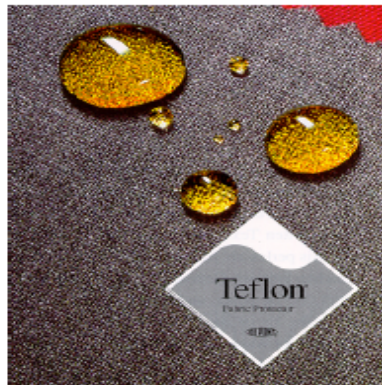
Perfluoralkanové skupiny se přestěhují na povrch.

Obr. 20 - Přeorientace perfluoralkanů vlivem zasušení [17]

2.6.4 Úprava TEFLON (hydrofobní, oleofobní, nešpinivá)

Teflon je na vodní bázi vytvořená úprava, která odolává působení jiných chemikálií. Jde o šetrnou a plně účinnou ochranu tkanin pomocí ekologicky bezpečných produktů. Úprava vytvoří kolem vlákna transparentní film, který zachovává původní barvy, neovlivňuje prodyšnost tkaniny a výrazně nemění její omak. Tkaniny s touto úpravou odolávají znečištění běžnými suchými substancemi, oleji i tekutinami na bázi vody. Nečistoty na povrchu textilie se dají snadno odstranit sklepním, odsátím nebo lehkým otřením.

Teflon je neviditelný, bez zápachu a není rozpoznatelný ani dotykem. Chrání prakticky všechny druhy textilií, dokonce i choulostivé hedvábí a jemnou bavlnu, bez vlivu na omak a prodyšnost.



Obr. 21 – Hydrofobní a oleofobní efekt na tkanině s úpravou Teflon

Finální úpravy Teflon® od firmy DuPont dodávají textiliím lepší hydrofobní, oleofobní vlastnosti a ochranu před suchou špínou. Textilie s finální úpravou Teflon® musí dle konečného použití výrobku splňovat minimální požadavky na funkční charakteristiky. Požadované testy mohou zahrnovat zkoušky hydrofobní a oleofobní, odolnosti proti suché špíně, na snadnost údržby a na stálost v praní, chemickém čištění a oděru. [21]

2.7 Testování oleofobní (nešpinivé) úpravy

Testy funkčních vlastností

Spray test – měří odolnost upravené textilie ke smáčení vodou.

Test na odolnost proti vodním kapkám- tento test určuje odolnost látek ke smáčení kapalinami obsahujícími vodu. Testovací kapalina obsahuje vodu a isopropylalkohol.

Oleofobní test- určuje, jak upravená tkanina odolává špíně na bázi olejů a smáčení organickými kapalinami.

Porovnávací test na suché špinění- tento test určuje odolnost upravené textilie proti nečistotám, které se šíří ve vzdušném prostředí.

Stain Release test- test na nešpinivou úpravu- tento test posuzuje, jak je snadné během praní prádla v domácnosti odstranit z textilie špínu na bázi oleje.

Test na propustnost vody- tento test měří výšku vodního sloupce, který textilie vydrží.

Waterhalo test- test zkouší, jak je textilie náchylná k tvorbě vodních prstenců nebo skvrn v případě, že na textilií leží delší dobu kapka vody.

Wicking test- test savosti- tento test určuje účinnost finální úpravy s ohledem na příjem vlhkosti.

Testy stálosti

Test odolnosti v oděru- test je prováděn za použití standardního Crockmetru, který vytváří střídavý třecí pohyb.

Stálosti v praní

Praní v domácnosti (Evropa)- praní se provádí v pračce Miele W723 a v sušičce prádla s nastavitelnou teplotou

Test na jemné praní- se provádí v pračce Kenmore, následuje sušení v automatické pračce stejné značky

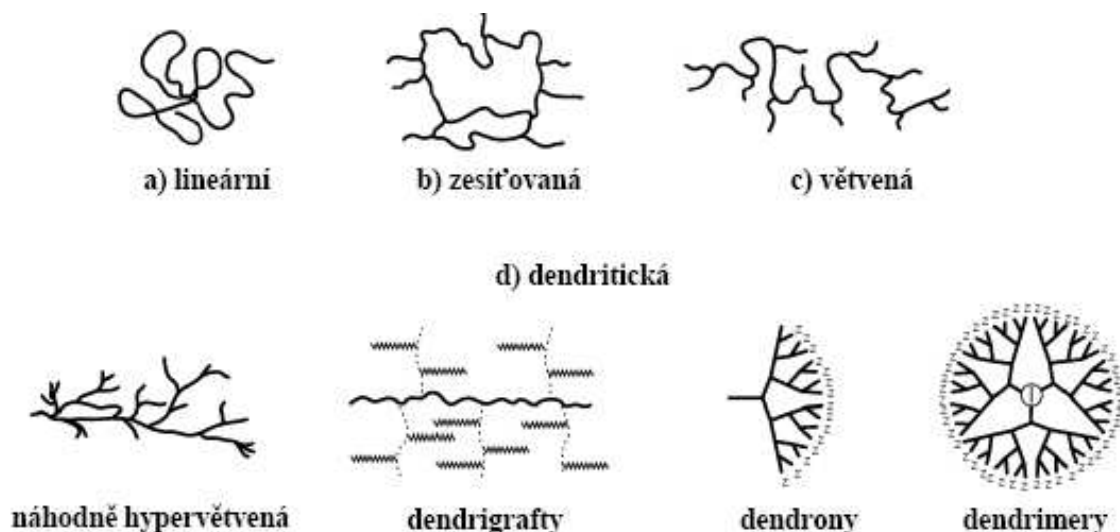
Test na ruční praní- používá se jemný prací prostředek jako Woolite

Chemické čištění

Chemické čištění- tento test se provádí na průmyslovém stroji firmy Böwe. [21]

2.8 Dendrimery v průmyslu

Dendrimery a rozvětvené polymery patří do skupiny polymerů nazývaných dendritické polymery a jsou charakterizovány přesně stanovenými strukturami. Je pro ně vlastní vysoký stupeň rozvětvení, kompaktní tvar a vysoký počet koncových a reaktivních skupin. Stupeň rozvětvení dendrimerů je maximální a jejich struktura je perfektně pravidelná. [22]



Obr. 22 - Makromolekulární architektura

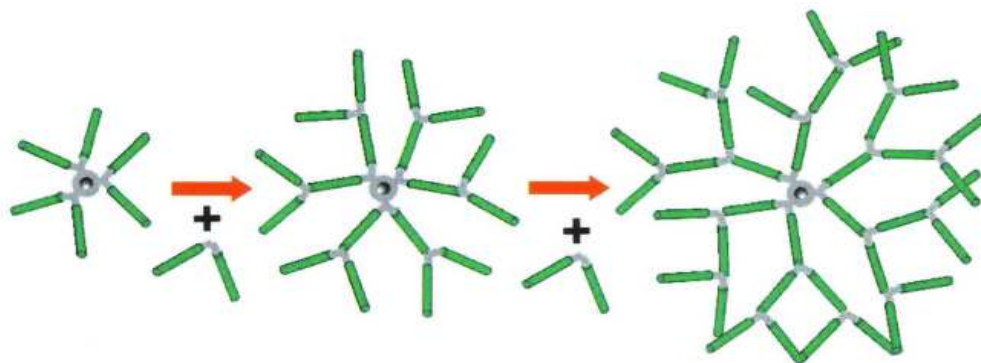
Dendritické molekuly patří podle velikosti částic nanomateriálů (1-10 nm) mezi nejmenší nanočástice. Mají téměř dokonale kulovité molekuly nebo makromolekuly (někdy zvané jednomolekulové micely) vzniklé opakovanou syntézou. Popisují se svými opakovanými stavebními jednotkami, jejichž vzrůstající počet se ztotožňuje s „generací“. Metodika syntézy dendrimerů je proto příbuznější chemické syntéze peptidů a kombinatorické chemii než konvekční syntéze polymerů.

Dendrimery s vysoce organizovanou prostorovou strukturou = schopnost přesně zachovávat v biologickém prostředí velikost, tvar, flexibilitu i povahu povrchu molekuly.

Místo z malých molekul, jakožto centrálního jádra, se dendritické struktury také mohou budovat na mikroskopických křemenných částicích. Tyto struktury zvětšují rozměr dendritických konstrukcí na desítky až stovky nanometrů, v některém případě může být konec dendrimerových řetězců (povrch) zvětšen funkčními polymery.

Rozměr není jedinou důležitou věcí při vývoji dendrimerů. Větší překážkou je nákladná postupná syntéza dendritických struktur. K tomuto účelu může schůdnější varianta spočívat na hyperrozvětvených polymerech. Hyperrozvětvené makromolekuly, jako

většina jiných konvekčních polymerů, jsou polydisperzní a nepravidelné, spíše než monodisperzní a dokonale kulovité. Jsou však snadno přístupné poměrně prostými strategiemi syntézy, v podstatě podobnými jako u blokových polymerů, lze je proto vyrábět v komerčních množstvích. Alternativou k běžně známým hyperrozvětveným strukturám jsou vícevětvé polymery. Vícevětvé struktury lze snadno připravit syntézou aktivních esterů. [23]



Obr. 23 - Stavba dendrimerů a jejich růst (délkový rozměr dendrimerových makromolekul je 10 – 50 nm a tloušťka stěn je 1 – 5 nm)

Dendrimery jsou atraktivní objekty výzkumu jak z praktického tak i teoretického hlediska pro svoji mnohotvárnou povahu. Jejich dokonale rozvětvená makromolekulární konstrukce je výzvou pro úsilí o syntézu; kvantitativní rozbor a ověření jejich struktury obvykle vyžadují kombinaci několika zcela rozdílných analytických postupů a zavádění specificky vyvinutých metod; vývoj teoretických modelů pro vysvětlení jejich neobvyklého chování a předpovídání jejich vlastností by též mohly hrát roli v budoucím praktickém použití dendritických makromolekul. [23]

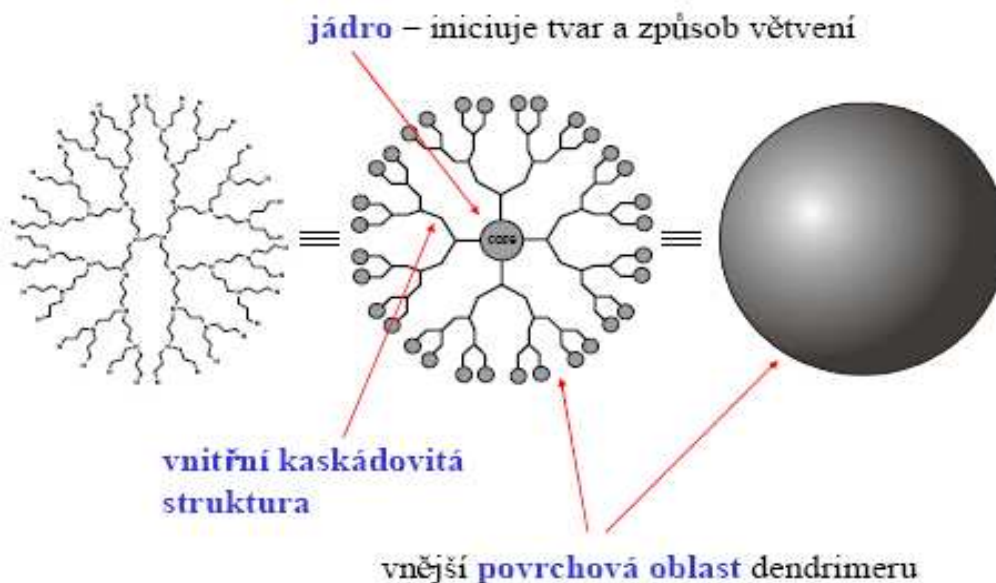
Nástup a rozvoj nanotechnologie

Nanomolekuly s definovanou strukturou a velikostí

(stavební bloky nanotechnologických procesů)

↓
Polymery = vysoká polydisperzita

↕
Dendrimery = syntetické makromolekuly s přesně definovanou velikostí
(polydisperzita~1.00)



Obr. 24 – Struktura dendrimeru

2.8.1 Příprava dendritických polymerů (strategie syntézy)

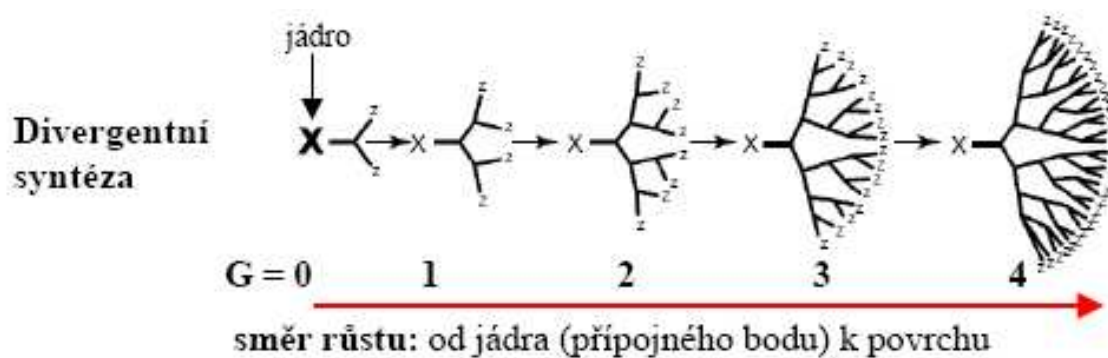
1) Příprava rozvětvených polymerů

Rozvětvené polymery se vyrábí polykondenzační reakcí. Příkladem je syntéza rozvětveného polyesteramidu s dispropanolaminem. Vhodným výběrem anhydridu a modifikací koncových skupin se mění vlastnosti makromolekul (např. rozpustnost).

2) Příprava dendrimerů

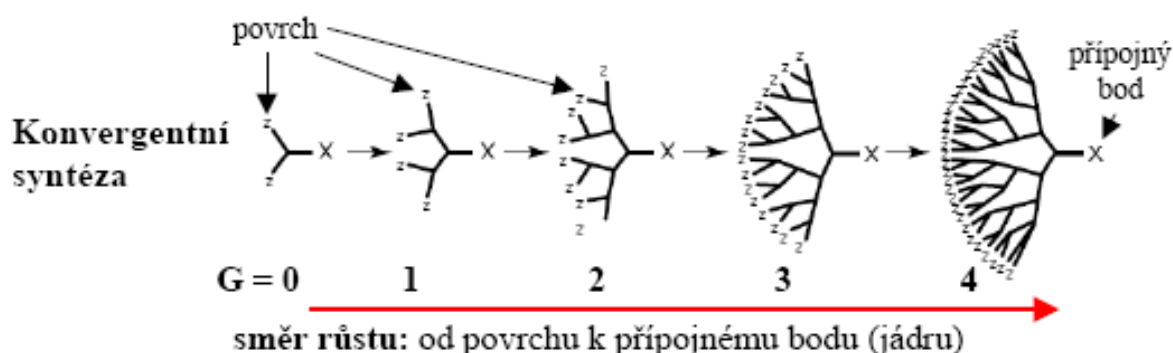
Dendrimery můžeme připravit dvěma způsoby:

- a) *Divergentní syntéza* – dendrimer je stavěn z polyfunkčního jádra. V opakovaných výstavbových cyklech se postupně připojují další větve dendrimeru. Zvyšování počtu cyklů vede k vyššímu stupni rozvětvení. [24]



Obr. 25 – Příprava dendrimerů divergentní strategií (G = generace růstu dendrimeru)

- b) *Konvergentní syntéza* – při které se připraví první soubor dendrimerů a ty se následně spojují do centrálního jádra. Výhodou tohoto postupu je separace čistého produktu od meziprojektu. [24]



Obr. 26 – Příprava dendrimerů konvergentní strategií (G = generace růstu dendrimeru)

2.8.1.1 Srovnání divergentní a konvergentní metody

Mezi divergentní a konvergentní strategií jsou základní rozdíly, i když oba produkují podobné dendritické makromolekuly v důsledku opakovací růstové strategie. Každá metoda má své vlastní výhody a nevýhody a tedy preferovaná metoda závisí na specifikách svého použití, tj. použité chemii a žádané molekulové hmotnosti a funkčnosti konečného dendrimeru.

Konvergentní růstová metoda je vhodnější pro dendrimery s nižší molekulovou hmotností s vyššími stupni dokonalosti. Prvním krokem při konvergentní metodě je adice koncových skupin, které jsou pak přítomny během celého procesu růstu. Lze tudíž počet a umístění periferních částí ve značné míře ovládat. Konvergentní růst má také své nedostatky (např. se zvyšováním počtu generací stoupá objem dendritického fragmentu).

Divergentní růst lze použít pro přípravu dendrimerů s vyššími molekulovými hmotnostmi. Jinou výhodou této metody je, že jsou periferní (koncové) části vždy generovány ve finálním kroku každého cyklu. To dovoluje umístění funkčních skupin na povrchu dendrimeru v kterékoliv generaci. Lze též připravit a funkcionalizovat generické dendrimery podle potřeby. Nevýhody divergentního růstu jsou také většinou způsobeny sterickými faktory. Stále rostoucí počet reaktivních míst zvyšuje pravděpodobnost neúplné nebo nepravidelné tvorby „větví“. [23]

2.8.2 Fyzikální vlastnosti dendrimerů

1) Rozpouštěcí vlastnosti

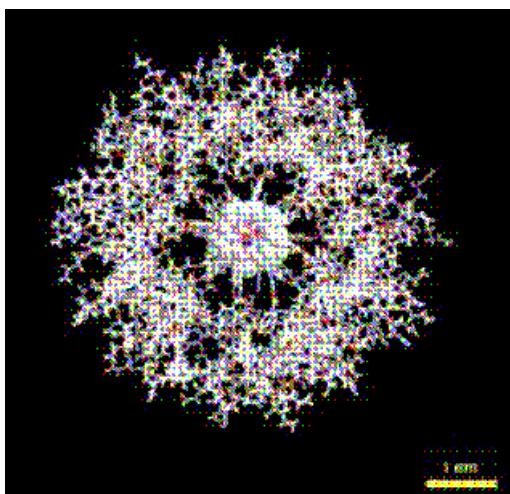
Dendrimery se v roztoku chovají jinak než lineární polymery. Např. se neřídí vztahem vnitřní viskozity (MHS) $[\eta] = KM^\alpha$ (η – viskozita, K a α – konstanty pro specifické polymery, M – molekulová hmotnost). Lineární polymery tvoří nahodilé šroubovice v dobrých rozpouštědlech a viskozita jejich roztoků stoupá s molekulovou hmotností. Většina dendritických makromolekul má polotuhou konstrukci s omezenou otáčivostí jednotlivých segmentů.

2) Charakteristika taveniny

Teoretické a experimentální studie ukazují, že dendritické molekuly mají v nízkých generacích otevřenou polokulovou konfiguraci a postupně hustší sféroidní skořápky s dobře vyvinutými vnitřními dutinami ve vyšších generacích. Proto by v pevném stavu

mělo natěsnání konců řetězců na povrchu zabraňovat mezimolekulárnímu pronikání a zaplétání řetězců charakteristickému pro lineární polymery. Lze očekávat, že toto specifické, na generaci závislé uspořádání může ovlivňovat jejich teploty skelného přechodu (T_g). Pro lineární polymery obsah koncových skupin (a jejich vliv na makromolekulární volný objem) klesá s délkou polymerního řetězce, ale zaplétání řetězců stoupá a dává vznik horní hranici skelného přechodu (T_g).

Je překvapivé, že podobný trend se patrně pozoruje u dendrimerů různého chemického složení, generace a stavební konstrukce. Např. skelný přechod polyetherových a polyesterových dendrimerů stoupá do jisté míry s molekulovou hmotností a pak zůstává na stejné úrovni. Tato zdánlivá podobnost mezi lineárními a dendrimerovými polymery však může být přičítána jejich kontrastním strukturním znakům – horní hranice skelného přechodu je u lineárního polyesteru ovlivňována hlavně zapletením řetězců a u dendrimerů povahou periferních skupin (konce řetězců). [23]



Obr. 27 – Počítačová struktura dendrimeru

2.8.3 Chemická modifikace

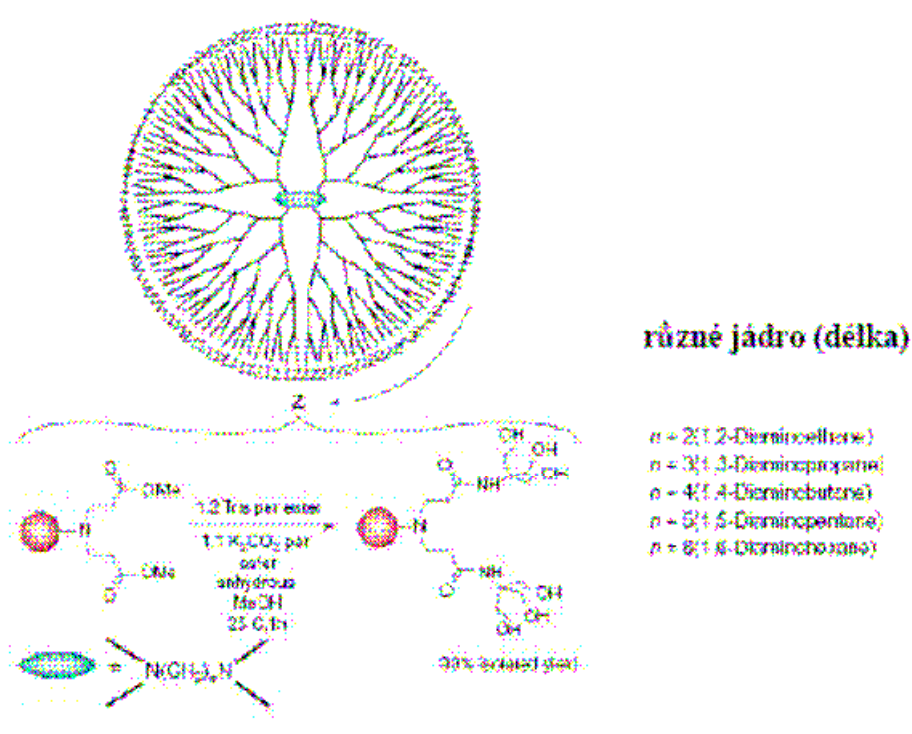
Původně se badatelé studující vlastnosti dendrimerů, jako ohebnost, pórovitost a lipofilitu, soustřeďovali na změnu povahy monomerů s cílem dodání žádaných charakteristických vlastností.

Dendrimery však též nabízejí jedinečné možnosti pro modifikaci až po syntéze. Jsou vybudovány podjednotkami se známými funkčnostmi, které by mohly generovat přesně konstrukčně určený počet potenciálních reaktivních míst. Vedle kulovité výstavby přemostňuje tento charakteristický znak mezeru mezi biologickými molekulami a syntetickými polymery a nabízí chemikům schopnost produkovat „elegantní“ materiály.

1) Povrchová modifikace koncových skupin

Některé fyzikálně-chemické vlastnosti dendrimerů jsou primárně určovány povahou skupin, které vytvářejí jejich koncové skupiny a jsou v kontaktu s okolním prostředím. Proto je transformace těchto koncových skupin dendrimerů užitečnou cestou ke změně chování některé zvláštní skupiny dendrimerů nebo k dodání jim nových vlastností. [23]

Vlastní flexibilita daná strukturou dendritické kostry a specifická reaktivita periferních jednotek jsou podstatnými faktory ovlivňujícími povrchovou modifikaci.



Obr. 28 – Povrchová modifikace dendrimeru

2) Modifikace vnitřku dendrimeru

V principu mohou být rozměry vnitřních dutin dendrimerů vyhodnocovány systematickým měněním velikosti reakčního činidla a analýzou substituční polohy (tj. hloubky průniku). Silné reakční činidlo jako superbáze s relativně malým rozměrem částic by snad mohlo vstupovat do interakce se všemi dostupnými vnitřními místy a stupeň metalace (zavedení atomu kovu do molekuly) by mohl být limitován pouze odpuzováním náboje. Kdyby toho bylo možno dosáhnout, byla by stvořena univerzální dendritická šablona, která by mohla být modifikována pro různá cílová použití.

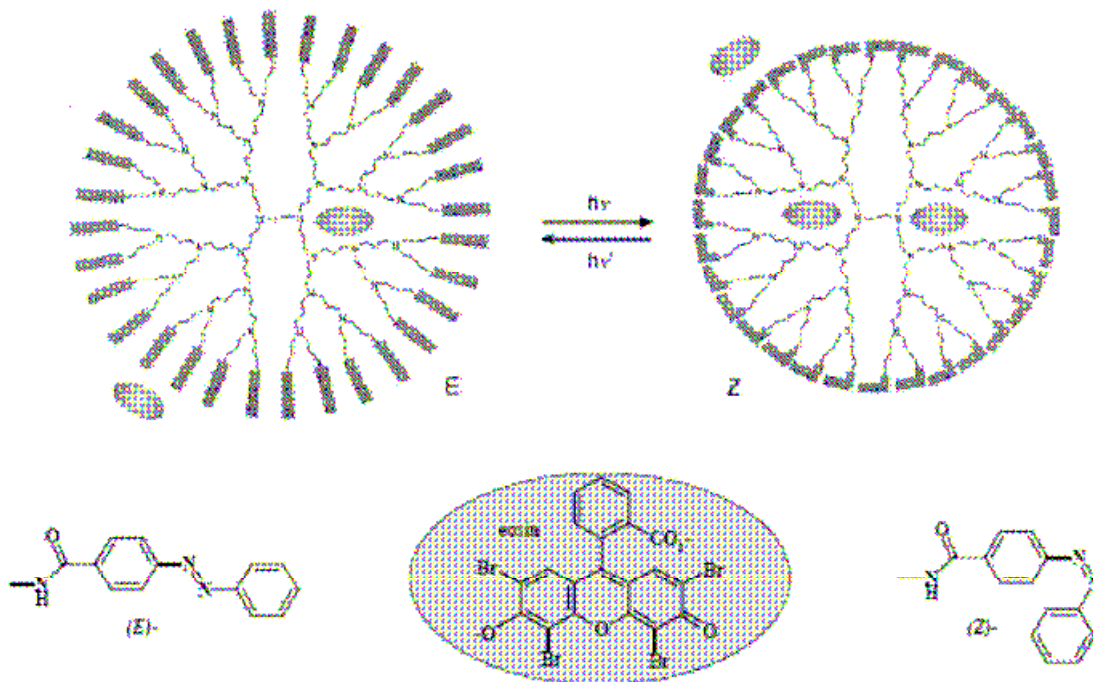
Byla publikována konverze dendrimerů polypropyleniminu na kvarterní amoniové deriváty pro zkoušení katalytické aktivity. Nověji byly tyto dendrimery modifikovány na povrchu, za účelem jemného vyladění jejich hydrofobně-hydrofilní rovnováhy připojením střídavých skupin triethylenoxymethyletheru a oktylových zbytků ke koncovým dusíkům. Výsledné dendrimery pak byly konvertovány na své úplně metylované kvarterní amoniové deriváty. [23]

2.8.4 Potenciální aplikace

Micely a fázový přechod

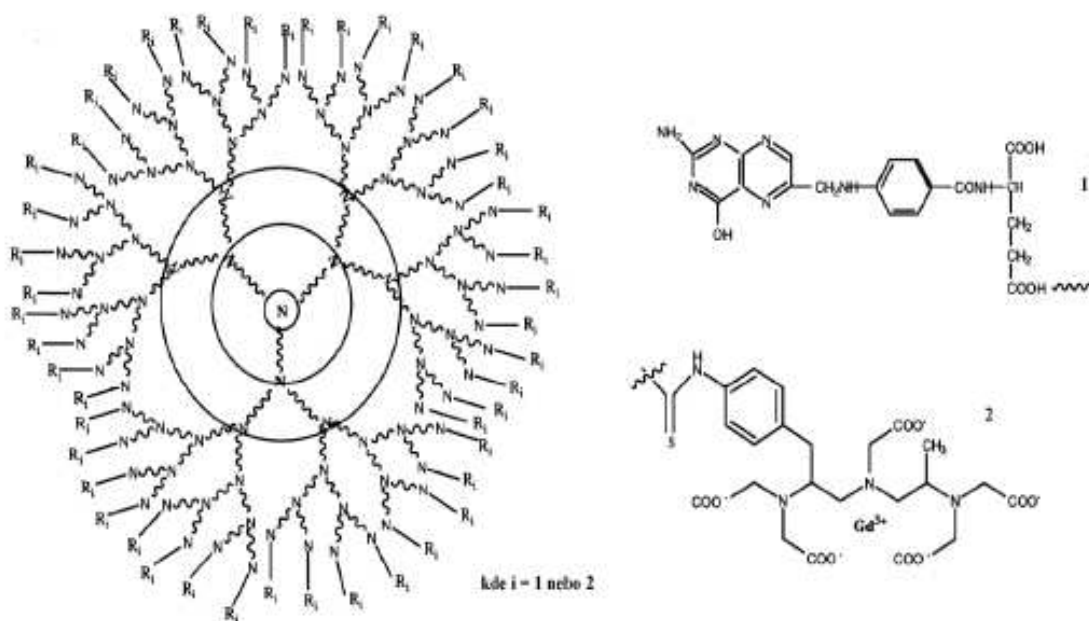
V roce 1985 George Newkome jako první postuloval, že dendrimery sdílejí mnoho charakteristik vlastních micelám. Od té doby je velký zájem o syntézu dendrimerů s amfifilními strukturami pro přípravu „micelárních dendrimerů“ či jednomolekulových micel stabilnějších ve vodném prostředí než tradiční micely tenzidů. Mnohé dendrimery lze transformovat na jednomolekulové micely bez jakékoliv kritické koncentrace micel amfifilní povrchovou modifikací. Např. poly(benzyletherové) dendrimery tvoří jednomolekulové micely po povrchové modifikaci s polárními skupinami. Tyto micely solubilizují ve vodném prostředí polycyklické aromatické sloučeniny (PAC) a koncentrace PAC roste lineárně s koncentrací dendrimeru.

Rozšíření výzkumu vazných modelových sloučenin uvnitř dendritické struktury bylo provedeno p.Meijerem a spol. Podobné pokusy byly publikovány pro polypropyleniminové dendrimery se zakončeními řetězců L – fenylalaninem. Tímto způsobem vzrůstá stěsnění na koncích dendrimery, čímž vznikají tuhé slupky kolem pórovitého vnitřku. Jakmile je dendrimer naplněn, konce řetězců jsou funkcionalizovány, což vede k rostoucímu natěsnání povrchu, zabraňujícímu hostujícím molekulám difundovat ven.



Obr. 29 – Použití dendrimerů – molekulární kontejnery (světlem přepínatelný dendrimer)

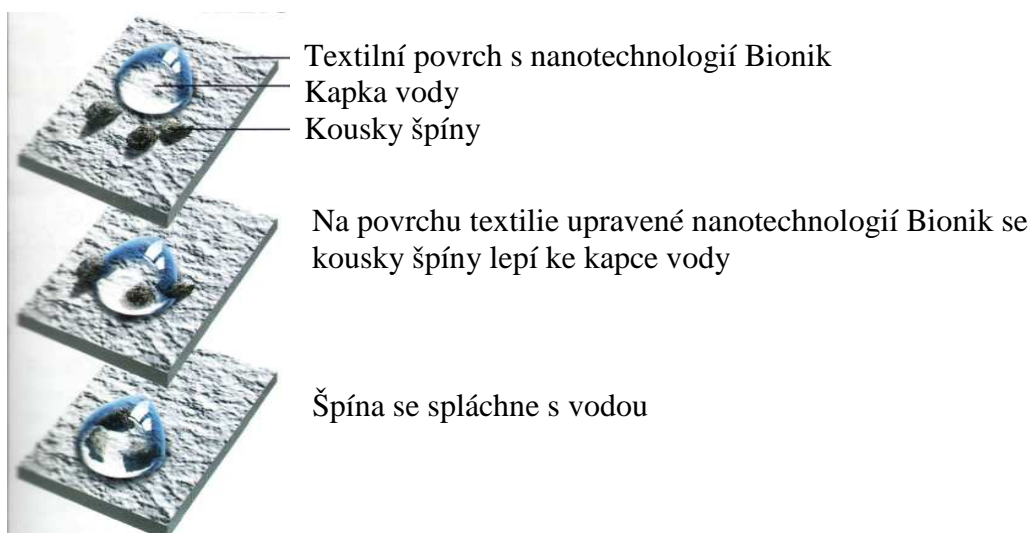
Tento naplněný dendrimer je potenciálním nosičem hostujících molekul a zajímavým modelem systému pro přívod léčiv do těla. Vážným nedostatkem této metody zapouzdřování je poměrně nízká plnicí kapacita, dokonce i při velkém počtu generací, nehledě k nutné modifikaci jejich koncových skupin a poměrně drsným podmínkám tvorby a odstraňování slupky. Dendritické fragmenty použité v dalších studiích jsou nižší generace, ale vazná kapacita výsledných micel je o několik řádů větší. [23]



Obr. 30 – Ukázka dendrimeru používaného v medicíně

2.9 Použití dendrimerů na textilie - Úprava Bionik (Bionic-Finish) – hydrofobní, oleofobní a nešpinivá úprava textilií

Pojem „Bionik“ vznikl z biologie a techniky, což znamená „učení z přírody“. Tato úprava je hydrofobní, oleofobní, nešpinivá a odhaluje novou technologii založenou na výstavě Techtextil ve Frankfurtu. Tato nanotechnologie nahrazuje zavádění chemikálie obsahující parafin nebo silikon, a místo toho užívá systém substancí s prostorovou samoorganizací mikročástic na povrchu textilie, která vede k rozkladu pórovitého systému. Špína se pak nemůže udržet na povrchu textilie. Tato úprava byla vyvinuta pro textilie se zvýšenou pružností (např. textilie používané pro sportovní činnost). [25]



Obr. 31- Odstranění špíny z textilie upravené pomocí přípravku na bázi dendrimerů

Jak Bionik funguje

Nejlepší vysvětlení nám poskytuje „žralok“. Předpokládalo se, že žraločí kůže má hladký povrch, a však vyšlo najevo, že jeho kůže je naopak hrubá. Mikroskopicky malé podélné drážky odvádí vodu mimo tělo žraloka. Způsobují tím ztráty jeho rychlosti ve vodě vlivem tření. Tímto příkladem jsou inspirovány nanotechnologie (např. Bionik). Mnoho hydrodynamických zákonů se také vztahuje na aerodynamické zákonitosti, které se inspirovaly „žralokem“, byly propůjčeny leteckému a automobilovému průmyslu.

Použití plošných struktur podobných žraločí kůži může vést např. v leteckém průmyslu ke snížení spotřeby paliva. Využití těchto materiálů v textilním průmyslu lze uplatnit ve sportovním plavání, potápění apod. Výkonný plavec s bionicky optimalizovanými plavkami se ve vodě může pohybovat rychleji. [26]



Obr. 32 - Hydrofobní, oleofobní a nešpinivá úprava technických textilií na bázi dendrimerů (pomocí přípravku Rucostar EEE)

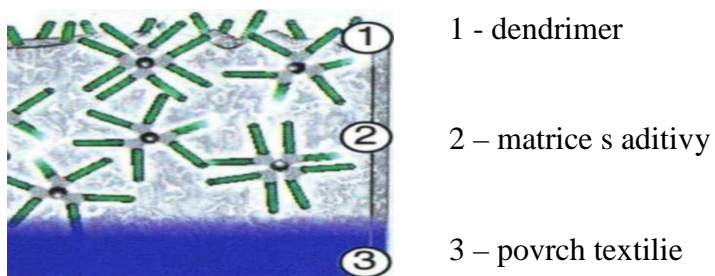
Základní zákony Bioniku

- Optimalizace celku namísto maximalizace jednotlivých elementů
- Multifunkčnost využívaného základního stavebního prvku
- Soulad s životním prostředím
- Vyvarování se odpadů
- Biomolekulární látky sestávající z více komponent
- Interakce molekul vedou k vlastnímu shlukování a tvorbě uspořádaných struktur vyšších funkcí

Vývoj úpravy Bionik pro textilní průmysl

Nejzajímavějším příkladem vzhledem k hydrofobní a nešpinivé úpravě je tzv. LOTOS efekt. Na ploše lotosového listu jsou uspořádány jemné výstupky s tenkou ochrannou vrstvou tak, že voda a nečistoty na list nepřilnou, ale odperlí se. Výsledkem BIONIK a NANOtechnologie jsou lineárně strukturované polymery tzv. dendrimery, které jsou schopné vytvářet krystalované struktury v NANO oblasti. Na textiliích se vytvoří NANO struktury, které jsou hydrofobní, stálé v praní a oděru.

Krystalizací, orientací a vazbou k povrchu textilie se na textilií vytvoří neviditelná hydrofobní ochranná vrstva. Podle požadované charakteristiky textilie lze speciálními aditivy dosáhnout efektů týkajících se hydrofobnosti, oleofobnosti a nešpinivosti, stálosti v praní i v chemickém čištění, ale také stálosti vůči oděru. [26]



Obr. 33 - Uspořádání dendrimerů na textilií

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Cíl diplomové práce

Cílem této diplomové práce je porovnat produkty pro oleofobní, hydrofobní a nešpinivou úpravu na bázi perfluoralkanů a na bázi dendrimerů, a dále zjistit jak se oba typy produktů fixovaných na textilie chovají v běžném spotřebitelském užívání.

3.2 Charakteristika použitého materiálu

Textilní materiály, které jsou používány v celé experimentální části, jsou **bavlněné textilie** v kvalitě LARA barvy: modré, červené, zelené.

LARA – čistě bavlněná tkanina v keprové vazbě se širokým použitím od oděvů pro pobyt v přírodě až po pracovní oděvy.

parametry bavlněné textilie:

- plošná hmotnost: 230 g.m^{-2}
- dostava osnovy: 33 nití.cm^{-1}
- dostava útku: 20 nití.cm^{-1}
- jemnost přízí osnovy: 35,5 tex
- jemnost přízí útku: 50 tex
- min. pevnost osnovy: 550 [N]
- min. pevnost útku: 400 [N]
- max. srážlivost při 60°C: 3/3 %
- vazba keprová 2/2 pravý směr

Všechny textilie byly barveny reaktivním barvivem. Na textilie byla použita běžná vypratelná úprava (aviváž) pro lepší omak s použitím přípravku TEXAVIV H. Před nanesením oleofobizačních prostředků musela být tato úprava z textilií odstraněna

vypráním, jinak by byl snížen hydrofobní a oleofobní efekt. **Za původní textilie (standardní) jsou považovány textilie vyprané.**

3.3 Charakteristika použitých přípravků

Přípravky na bázi perfluoralkanů:

1) TUBIGUARD 27 [27]

Chemický název: fluorchemická disperze

Ionogenita: kationaktivní

vzhled: bílá, nízkoviskózní disperze

Použití: k hydrofobní a oleofobní úpravě bavlny, vlny a syntetických vláken

Receptura: 10 – 80 g.l⁻¹ Tubiguard 27, pH lázně 3,5 – 4,5 musí být nastaveno kyselinou octovou

Sušení: 120 °C

Kondenzace: bavlna a směs 1,5 až 2 min při 150 – 170 °C

vlna 2 - 3 min při 130 – 140 °C

- vyrábí firma BEZEMA

2) BAYGARD UFC [28]

Chemický název: fluorchemická pryskyřičná emulze s povrchově aktivními činiteli

Ionogenita: slabě kationaktivní

Vzhled: bílá až slabě žlutá emulze

Vlastnosti a použití: hydrofobní a oleofobní úprava - na bavlnu, PES, PAD

Receptura: - bavlna 15 - 30 g.l⁻¹ Baygard UFC

- PES/bavlna 15 - 20 g.l⁻¹ Baygard UFC, PES 5 - 10 g.l⁻¹ Baygard UFC

- mokrá přivažek 50 - 80 %, pH lázně 5-6 musí být nastaveno kys. octovou

Sušení: 135 °C

Kondenzace: 15 - 60 s při 160 – 190 °C

- vyrábí firma LANXEES Energizing Chemistry

3) ITOGUARD LJ 100 [29]

Chemický název: fluorchemická pryskyřičná emulze

Ionogenita: slabě kationaktivní

Vzhled: bílá mléčná emulze

Použití: hydrofobní a oleofobní úprava – na bavlněné tkaniny, Nylon, PES a jejich směsi

Receptura: 20 – 70 g.l⁻¹ Itoguard LJ 100

Sušení: 100 – 120°C

Kondenzace: 30 – 60 s při 150 – 170°C

- vyrábí firma LJ SPECIALITIES LIMITED

Přípravky na bázi dendrimerů:

1) RUCOSTAR EEE [30]

Chemický název: fluorchemická pryskyřice s polymerním vysokorozvětveným dendrimerem

Ionogenita: kationaktivní

Vlastnosti: - mléčná emulze

- není vznětlivá

- propůjčuje textilií měkký vzhled

- zaručuje oleofobní, hydrofobní a nešpinivé vlastnosti textilie

Použití: k hydrofobní, oleofobní a nešpinivé úpravě všech druhů vláken (přirodních i syntetických)

Receptura: 30 - 50 g.l⁻¹ Rucostar EEE, mokry přivažek 60 – 80 %, pH lázně 2 - 5 musí být nastaveno kyselinou octovou (60%)

Kondenzace: 2 min při 140 °C

1 min při 160 °C

Rucostar EEE (Vylepšená NANO technologie)

Použití: hydrofobní, oleofobní a nešpinivá úprava technických textilií, zejména úprava ochranných oděvů v lékařství, úprava dekoračních textilií, textilií pro automobilový průmysl a textilie určené pro ochranu před povětrnostními vlivy.

V mnoha odvětvích je důležitá taková úprava, aby byla textilie chráněna před povětrnostními vlivy jako je déšť a sníh, ale také ochrana před nečistotami obsahujícími olej. S pomocí Rucostaru EEE spolu s aditivy, která se vlivem kopolymerace sdružují s dendrimery, jsou dosaženy hydrofobní, oleofobní a nešpinivé efekty na vysoké úrovni.

Rucostarem EEE se upravují textilie mající oproti konvenčně upraveným materiálům, výrazně měkčí omak. [26]

- vyrábí firma **RUDOLF CHEMIE**

3.4 Příprava klocovacích lázní

Úkolem bylo připravit klocovací lázně tří oleofobizačních přípravků na bázi perfluoralkanů a jednoho oleofobizačního přípravku s vysokorozvětveným dendrimerem, koncentrace byla volena z receptur od výrobce (*vždy minimální a maximální doporučená hodnota dávkování v g.l^{-1} , g.m^{-2} textilie, g.kg^{-1} textilie*).

Množství přípravků bylo dávkováno do kádinek tak, aby kvantitativně odpovídalo daným koncentracím v g.l^{-1} . Jednotlivé lázně byly doplněny na celkový objem 500 ml vodou. U přípravků Baygard UFC, Rucostar EEE, Tubiguard 27 bylo nastaveno pH podle receptur jednotlivých výrobců. Obsah kádinek byl důkladně promíchán.

Tab. 1- Převodní minimální a maximální dávky od výrobce v g.l^{-1} (A) na g.m^{-2} textilie(B) a g.kg^{-1} textilie(C)

název přípravku	A		B		C		mokrý přivažek [%]
	g.l ⁻¹		g.m ⁻²		g.kg ⁻¹		
	min	max	min	max	min	max	
TUBIGUARD 27	10	80	1,84	14,72	8	64	80
BAYGARD UFC	15	30	2,76	5,52	12	24	80
ITOGUARD LJ 100	20	70	3,68	12,88	16	56	80
RUCOSTAR EEE	30	50	5,52	9,2	24	40	80

3.5 Aplikace přípravků na textilie

Nejdříve byly připraveny vzorky vypraných textilií (obarvených modře, červeně, zeleně) o rozměrech $0,06 \text{ m}^2$ ($0,3 \times 0,2 \text{ m}$).

Dále byly na tyto vzorky klocovacím způsobem aplikovány klocovací lázně připravené z jednotlivých testovaných oleofobizačních přípravků. Mokrý přivažek byl zvolen 80%.

Po naklocování vzorků textilií připravenými lázněmi bylo provedeno sušení vzorků v horkovzdušné sušárně ve vodorovné poloze, aby se zamezilo gravitačnímu stékání lázně, po dobu 5 min při 100°C a pak byla provedena kondenzace vzorků: u přípravku Tubiguard 27 po dobu 1,5 min při 160°C ; u přípravku Baygard UFC 30 s při 170°C ; u přípravku Itoguard LJ 100 po dobu 30 s při 160°C ; u přípravku Rucostar EEE 1 min při 160°C .

Následovalo měření změny barevných diferencí na upravených textiliích, testování hydrofobní a oleofobní úpravy, zkoušky stálosti hydrofobní a oleofobní úpravy v praní, měření statického koeficientu tření, měření propustnosti vodních par, elektronová mikroskopie dendrimerů a kvalitativní testování sorpce špíny na upravených textiliích.

Tab. 2 – Nanesené množství přípravku *Tubiguard 27 na modře* obarvenou textilií

množství přípravku při mokr. přivažku 80%			předpokl. mokrý přivažek	skutečný mokrý přivažek	skuteč. množ. přípravku	
g.l^{-1}	g.m^{-2}	g.kg^{-1}	[%]	[%]	g.m^{-2}	g.kg^{-1}
10	1,84	8	80	80,70	1,86	8,09
80	14,72	64	80	81,68	15,03	65,35

Tab. 3 - Nanesené množství přípravku *Tubiguard 27 na červeně* obarvenou textilií

množství přípravku při mokr. přivažku 80%			předpokl. mokrý přivažek	skutečný mokrý přivažek	skuteč. množ. přípravku	
$g.l^{-1}$	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$	[%]	[%]	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$
10	1,84	8	80	80,59	1,85	8,04
80	14,72	64	80	81,02	14,91	64,83

Tab. 4 - Nanesené množství přípravku *Tubiguard 27 na zeleně* obarvenou textilií

množství přípravku při mokr. přivažku 80%			předpokl. mokrý přivažek	skutečný mokrý přivažek	skuteč. množ. přípravku	
$g.l^{-1}$	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$	[%]	[%]	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$
10	1,84	8	80	82,89	1,91	8,30
80	14,72	64	80	82,10	15,11	65,70

Tab. 5 - Nanesené množství přípravku *Baygard UFC na modře* obarvenou textilií

množství přípravku při mokr. přivažku 80%			předpokl. mokrý přivažek	skutečný mokrý přivažek	skuteč. množ. přípravku	
$g.l^{-1}$	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$	[%]	[%]	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$
15	2,76	12	80	82,62	2,85	12,39
30	5,52	24	80	82,83	5,72	24,87

Tab. 6 - Nanesené množství přípravku *Baygard UFC na červeně* obarvenou textilií

množství přípravku při mokr. přivažku 80%			předpokl. mokrý přivažek	skutečný mokrý přivažek	skuteč. množ. přípravku	
$g.l^{-1}$	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$	[%]	[%]	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-2}$
15	2,76	12	80	81,66	2,82	12,26
30	5,52	24	80	82,33	5,68	24,70

Tab. 7 - Nanesené množství přípravku *Baygard UFC na zeleně* obarvenou textilií

množství přípravku při mokr. přivažku 80%			předpokl. mokrý přivažek	skutečný mokrý přivažek	skuteč. množ. přípravku	
$g.l^{-1}$	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$	[%]	[%]	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$
15	2,76	12	80	81,78	2,82	12,26
30	5,52	24	80	81,00	5,59	24,31

Tab. 8 - Nanesené množství přípravku *Itoguard LJ 100 na modře* obarvenou textilií

množství přípravku při mokr. přivažku 80%			předpokl. mokrý přivažek	skutečný mokrý přivažek	skuteč. množ. přípravku	
$g.l^{-1}$	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$	[%]	[%]	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$
20	3,68	16	80	81,29	3,74	16,26
70	12,88	56	80	82,12	13,22	57,48

Tab. 9 - Nanesené množství přípravku *Itoguard LJ 100 na červeně* obarvenou textilií

množství přípravku při mokr. přivažku 80%			předpokl. mokrý přivažek	skutečný mokrý přivažek	skuteč. množ. přípravku	
$g.l^{-1}$	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$	[%]	[%]	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$
20	3,68	16	80	81,31	3,74	16,26
70	12,88	56	80	80,95	13,03	56,65

Tab. 10 - Nanesené množství přípravku *Itoguard LJ 100 na zeleně* obarvenou textilií

množství přípravku při mokr. přivažku 80%			předpokl. mokrý přivažek	skutečný mokrý přivažek	skuteč. množ. přípravku	
$g.l^{-1}$	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$	[%]	[%]	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$
20	3,68	16	80	81,52	3,75	16,30
70	12,88	56	80	81,81	13,17	57,26

Tab. 11 - Nanesené množství přípravku *Rucostar EEE na modře* obarvenou textilií

množství přípravku při mokr. přivažku 80%			předpokl. mokrý přivažek	skutečný mokrý přivažek	skuteč. množ. přípravku	
$g.l^{-1}$	$g.m^2$	$g.kg^{-1}$	[%]	[%]	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$
30	5,52	24	80	81,33	5,61	24,39
50	9,20	40	80	82,03	9,43	41,00

Tab. 12 - Nanesené množství přípravku *Rucostar EEE na červeně* obarvenou textilií

množství přípravku při mokr. přivažku 80%			předpokl. mokrý přivažek	skutečný mokrý přivažek	skuteč. množ. přípravku	
$g.l^{-1}$	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$	[%]	[%]	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$
30	5,52	24	80	81,83	5,64	24,52
50	9,20	40	80	82,47	9,48	41,22

Tab. 13 - Nanesené množství přípravku *Rucostar EEE na zeleně* obarvenou textilií

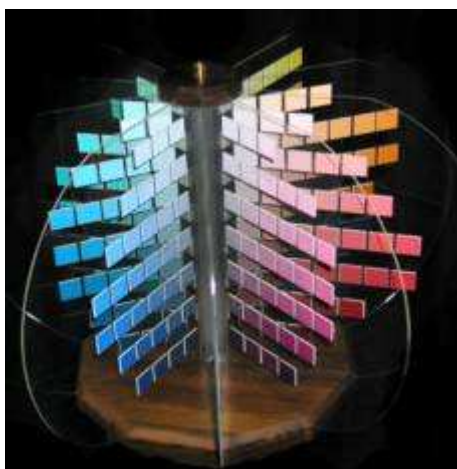
množství přípravku při mokr. přivažku 80%			předpokl. mokrý přivažek	skutečný mokrý přivažek	skuteč. množ. přípravku	
$g.l^{-1}$	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$	[%]	[%]	$g.m^{-2}$	$g.kg^{-1}$
30	5,52	24	80	80,94	5,58	24,26
50	9,20	40	80	81,25	9,34	40,61

3.6 Měření změny odstínu upravených textilií

3.6.1 Měření barevné difference v prostoru CIELAB

CIELAB představuje systém, který je založen na transformaci Munsellova atlasu. Munsellův systém představuje těleso, které obsahuje 960 barev rozdělených do 40 map, se

třemi osami: jas – value, odstín – hue a sytost – chroma. Každá barva je identifikována třemi symboly: první označuje odstín, druhý vyjadřuje jas a třetí definuje sytost.



Obr. 34 – Těleso Munsellova atlasu

CIELAB

Základní transformační rovnice systému CIELAB pro pravoúhlé souřadnice jsou dány vztahy:

$$L^* = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16 \quad (2)$$

$$a^* = 500[(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}] \quad (3)$$

$$b^* = 200[(Y/Y_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}] \quad (4)$$

Pro cylindrické souřadnice platí vztahy:

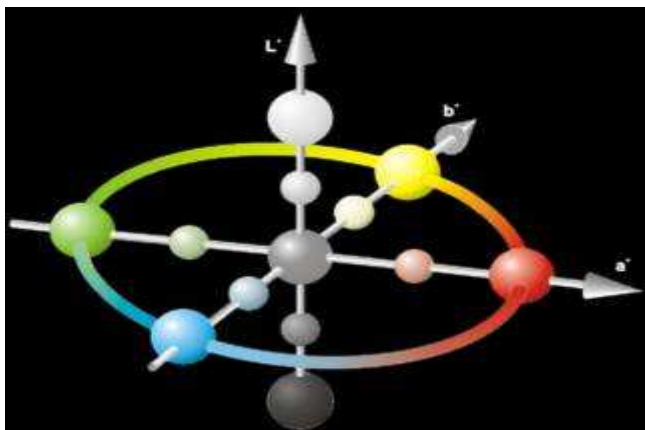
$$L^* = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (5)$$

$$h = \arctan(b^*/a^*), \text{ nabývá hodnot } 0-360^\circ \quad (6)$$

kde L^* - měrná světlost, C^* - měrná čistota, h - měrný odstín [25]

X, Y, Z jsou trichromatické hodnoty vzorku, X_0, Y_0, Z_0 jsou trichromatické hodnoty normalizovaného světla použitého pro výpočet (např. D65, A, TL84) upravené tak, aby pro dokonale difúzně rozptylující povrch byla hodnota $Y_0 = 100,00$.



Obr. 35 – Vymezení CIELAB prostoru

Celková barevná difference, někdy také označovaná jako totální barevná difference ΔE^* , je mírou velikosti barevného rozdílu mezi předlohou a vzorkem, a vypočítá se podle následující rovnice:

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (7)$$

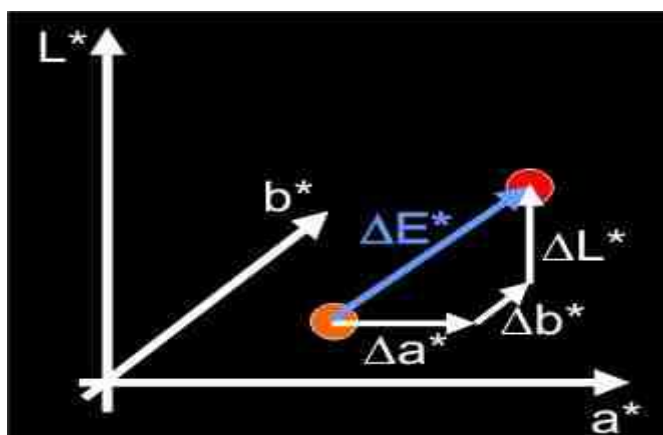
ΔE^* vyjádřené pomocí pravouhlých souřadnic (CIELAB):

$$\Delta L^* = L^*_{\text{vzorku}} - L^*_{\text{předlohy}} \quad (8a)$$

$$\Delta a^* = a^*_{\text{vzorku}} - a^*_{\text{předlohy}} \quad (8b)$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{vzorku}} - b^*_{\text{předlohy}}, \quad (8c)$$

kde ΔL^* je jasová odchylka Δa^* a Δb^* znázorňují rozdíly pozic v $a^* b^*$ diagramu.



Obr. 36 – Vyjádření barevné difference mezi předlohou a vzorkem

Jak již bylo řečeno je ΔE^* mírou velikosti barevného rozdílu mezi předlohou a vzorkem, nemůžeme však indikovat povahu této difference. Tuto dodatečnou informaci poskytuje rozdělení totální barevné odchylky do tří složek, tu můžeme v CIELAB prostoru vyjadřovat dvěma způsoby - pomocí pravoúhlých souřadnic a nebo druhou možností je vyjadřování barevných diferencí v cylindrických souřadnicích pomocí odstínové odchylky ΔH^* . [31]

$$\Delta H^* = \sqrt{(\Delta E^*)^2 - (\Delta C^*)^2 - (\Delta L^*)^2} \quad (9)$$

ΔE^* vyjádřené pomocí cylindrických souřadnic (CIELCH):

$$\Delta L^* = L^*_{\text{vzorku}} - L^*_{\text{předlohy}} \quad (10a)$$

$$\Delta C^* = C^*_{\text{vzorku}} - C^*_{\text{předlohy}} \quad (10b)$$

kde ΔC^* je odchylka v měrné čistotě, ΔH^* je odstínová odchylka. [32]

Rovnice charakterizující odstínovou odchylku byla zvolena proto, aby jednotky ve kterých je odchylka udávána byly shodné s jednotkami ΔE^* . Proto řešení rovnice nemůže indikovat, zda ΔH^* + nebo -, určuje se znaménko odchylky posouzením vzájemného postavení vzorku vůči předloze. Jestliže vzorek leží proti směru hodinových ručiček od předlohy, je odstínová odchylka $+\Delta H^*$, jestliže vzorek leží ve směru hodinových ručiček od předlohy, je odstínová odchylka označována jako $-\Delta H^*$.

V dobách svého schválení představoval CIELAB velký pokrok, poměrně rychle se stal uznávaným standardem. V současné době je tento velmi často používaný vzorec jako psychometrický korelát podrobován kritice. K jeho nedostatkům patří hlavně závislost na síle vybarvení, a tím i na měrné čistotě a jistá neurčitost definice. [31]

Tab. 14 - Určování povahy odstínové odchylky ΔH^* v CIELAB systému

barva předlohy (standardu)	znaménko ΔH^*	povaha barevného rozdílu
červen	+	vzorek je žlutší než standard
	-	vzorek je modřejší než standard
žlut	+	vzorek je zelenější než standard
	-	vzorek je červenější než standard
zelen	+	vzorek je modřejší než standard
	-	vzorek je žlutší než standard
modř	+	vzorek je červenější než standard
	-	vzorek je zelenější než standard

Slovní vyjádření dalších odchylek:

$\Delta L^* > 0 (+)$ vzorek je světlejší než standard

$\Delta L^* < 0 (-)$ vzorek je tmavší než standard

$\Delta C^* < 0 (+)$ vzorek je čistší než standard

$\Delta C^* > 0 (-)$ vzorek je kalnější než standard [31]

3.6.2 Srovnání barevné difference DE^* - CIELAB s šedou stupnicí

Stupeň šedé stupnice pro změnu odstínu GSR se vypočte podle následujících vzorců:

$$GSR = 5 - \frac{\Delta E_F}{1,7} \quad \text{pro } \Delta E_F \leq 3,4 \quad (11)$$

a pro $\Delta E_F > 3,4$

$$GSR = 5 - \frac{\log(\Delta E_F / 0,85)}{\log 2} \quad (12)$$

Převod ΔE na GSR lze také provést pomocí tabulky, která odpovídá rovnicím (11, 12) je uveden v tabulce č. 15.

Tab. 15 - Převod ΔE_F na GSR

ΔE_F	GSR
0 – 0,40	5
0,41 – 1,25	4 – 5
1,26 – 2,10	4
2,11 – 2,95	3 – 4
2,96 – 4,10	3
4,11 – 5,80	2 – 3
5,81 – 8,20	2
8,21 – 11,6	1 – 2
>11,6	1

Stupně 4, 5 šedé stupnice jsou pro lidské oko nerozeznatelné. Od stupně 3 začíná lidské oko rozeznávat barevnou odchylku. Nejvyšší barevná odchylka je u stupně 1 šedé stupnice. Záleží na různých faktorech, jako je například pozorovatel – zkušený kolorista je schopen rozpoznat barevnou odchylku nižší hodnoty než běžný spotřebitel. Každý pozorovatel vnímá tu samou barevnou odchylku trochu jinak – vizuální hodnocení je psychofyzikální proces. Proto byly stanoveny **základní podmínky vizuálního hodnocení**:

- Osoba, která hodnotí barevnost, musí mít bezdefektní barevné vidění.
- Hodnotitel musí být v dobrém zdravotním stavu a duševní pohodě.
- Hodnotitel musí být rovněž proškolen, aby byl schopen provádět odstupňování barevných diferencí.
- Při pozorování je nutno zajistit správné osvětlení, jehož spektrální složení odpovídá normovaným zdrojům světla.
- Pozorování je nutno provádět při achromatickém definovaném pozadí, které vyloučí vliv na vizuální vjem pozorovatele.
- Je nutno zajistit dostatečnou velikost a stabilitu hodnocených vzorků.
- Úhel pozorování by měl být konstantní. [31]

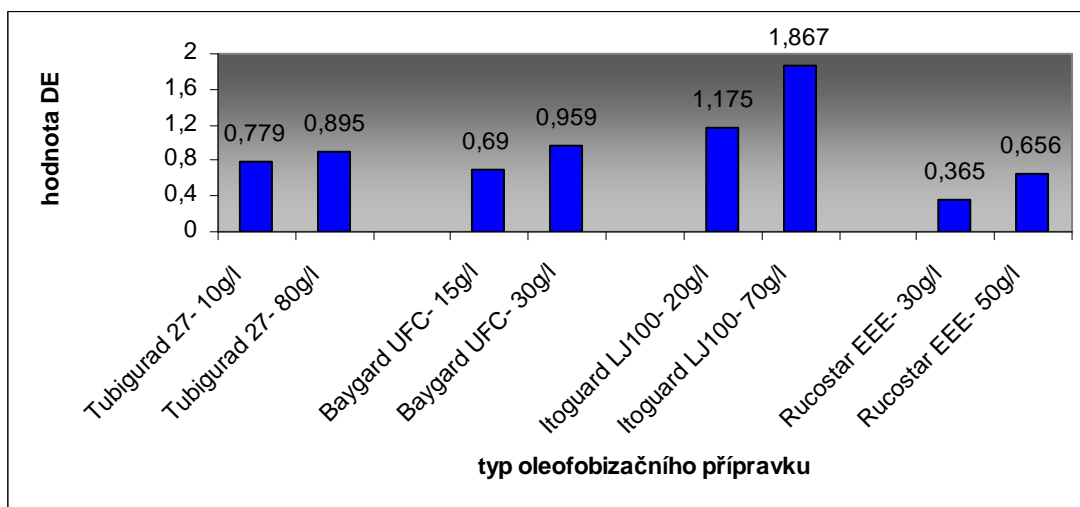
3.6.3 Hodnocení barevných diferencí upravených textilií

U všech textilií upravených testovanými přípravky byly měřeny hodnoty barevných diferencí DE^* (celková barevná difference) na přístroji Multilight od firmy DATACOLOR pro světlo D65. Naměřené hodnoty barevných diferencí jsou uvedeny v tabulce č.16 a v grafech č. 1 - 3.

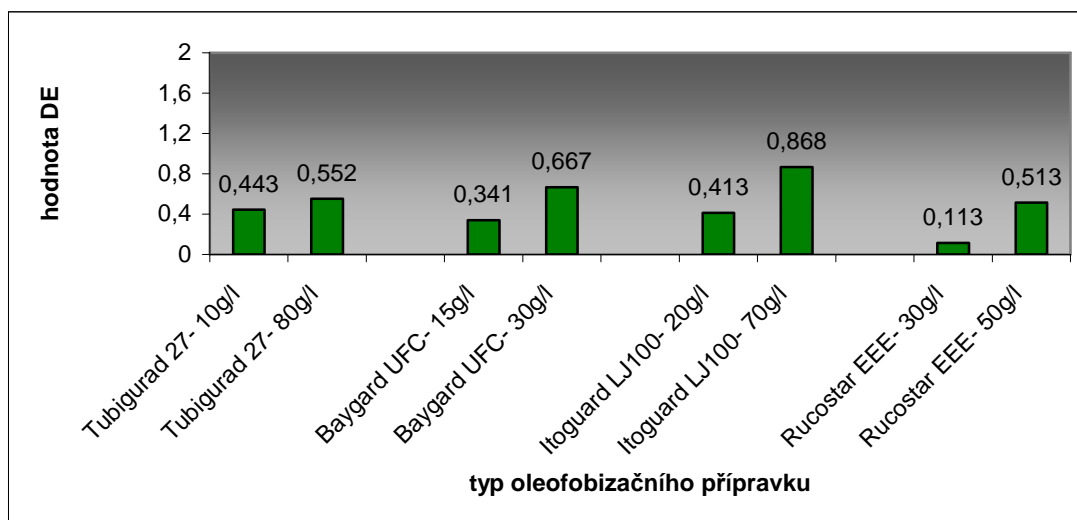
Tab. 16 – Hodnota barevných diferencí obarvených textilií po aplikaci úpravy ve srovnání s textiliemi původními (vypranými)

přípravek	koncentrace přípravku g.l^{-1}	koncentrace přípravku g.m^{-2} textilie	modře obarvená textilie		zeleně obarvená textilie		červeně obarvená textilie	
			hodnota DE^*	šedá stupnice	hodnota DE^*	šedá stupnice	hodnota DE^*	šedá stupnice
<i>Tubiguard 27</i>	10 g.l^{-1}	1,84 g.m^{-2}	0,779	4 – 5	0,443	4 – 5	0,545	4 – 5
	80 g.l^{-1}	14,72 g.m^{-2}	0,895	4 – 5	0,552	4 – 5	1,031	4 – 5
<i>Baygard UFC</i>	15 g.l^{-1}	2,76 g.m^{-2}	0,690	4 – 5	0,341	5	1,123	4 – 5
	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	0,959	4 – 5	0,667	4 – 5	1,222	4 – 5
<i>Itoguard LJ 100</i>	20 g.l^{-1}	3,68 g.m^{-2}	1,175	4 – 5	0,413	4 – 5	1,276	4
	70 g.l^{-1}	12,88 g.m^{-2}	1,867	4 – 5	0,868	4 – 5	1,914	4
<i>Rucostar EEE</i>	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	0,365	5	0,113	5	0,409	5
	50 g.l^{-1}	9,20 g.m^{-2}	0,656	4 – 5	0,513	4 – 5	0,772	4 – 5

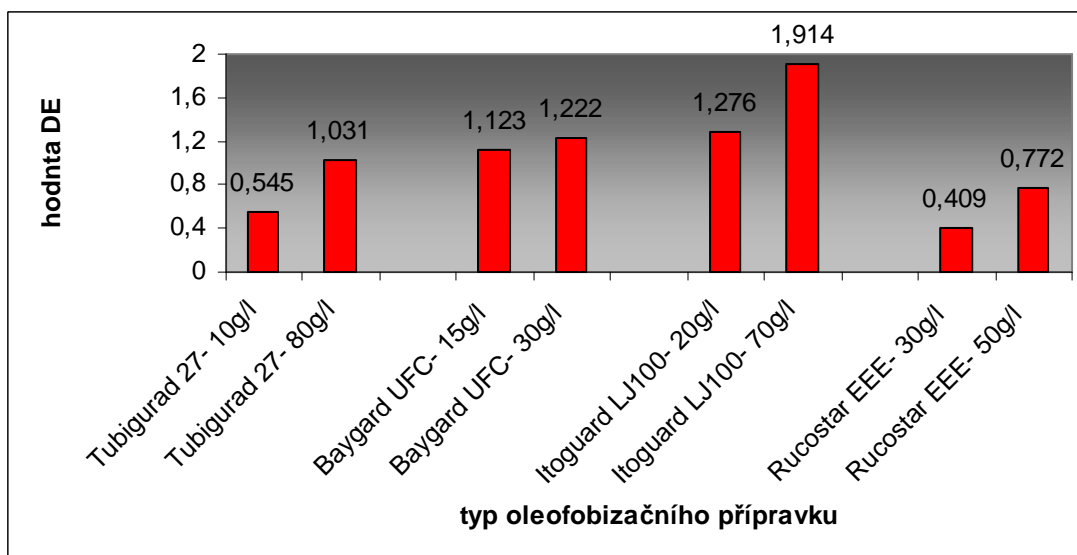
Graf 1 – Změna barevného odstínu u modře obarvené textilie po aplikaci úpravy ve srovnání s textilií původní (vypranou)



Graf 2 - Změna barevného odstínu u zeleně obarvené textilie po aplikaci úpravy ve srovnání s textilií původní (vypranou)



Graf 3 - Změna barevného odstínu u červeně obarvené textilie po aplikaci úpravy ve srovnání s textilií původní (vypranou)



3.6.3.1 Hodnocení vlivu koncentrace oleofobizačního přípravku na změnu odstínu

Pro posouzení vlivu koncentrace oleofobizačních přípravků na změnu barevných odstínů byly nanесeny na textilie jednotlivé přípravky v tomto množství:

Tab. 17 - Množství přípravku nanесeného na textilii

název přípravku	g.l^{-1}		g.m^{-2}	
	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>
<i>TUBIGUARD 27</i>	10	80	1,84	14,72
<i>BAYGARD UFC</i>	15	30	2,76	5,52
<i>ITOGUARD LJ 100</i>	20	70	3,68	12,88
<i>RUCOSTAR EEE</i>	30	50	5,52	9,20

Jak je patrné z grafů 1 - 3 se zvyšující se koncentrací oleofobizačních přípravků se zvyšuje i hodnota barevné odchylky. Nejmenších odstínových odchylek bylo dosaženo úpravou pomocí přípravku Rucostar EEE, největší odstínová odchylka byla zaznamenána u úpravy pomocí přípravku Itoguard LJ 100. U všech textilií je výsledný odstín po nanесení testovaných přípravků tmavší než standard.

Největší barevné odchylky bylo dosaženo na červené textilii při použití přípravku Itoguard LJ 100 o koncentraci 70 g.l^{-1} , nejmenší odchylka byla zaznamenána na zeleně obarvené textilii s použitím přípravku Rucostar EEE o koncentraci 30 g.l^{-1} .

3.6.4 Závěr hodnocení barevných diferencí upravených textilií

Zvyšování množství nanášených oleofobizačních přípravků v testovaném rozmezí, tj. minimální a maximální množství uváděné výrobcem, vede ke zvýšení hodnoty barevné odchylky. Pokud chceme, aby hodnota odchylky byla co nejmenší, musíme testované přípravky nanášet na textilii v takovém nejmenším množství, při kterém bude oleofobní

úprava ještě funkční. Nanášení co nejmenšího množství testovaných přípravků je také výhodné z finančního hlediska.

Velikost barevné odchylky je také závislá na typu použitého oleofobizačního přípravku. Nejmenší odchylky bylo dosaženo úpravou při použití přípravku Rucostar EEE, největší odchylka byla zaznamenána na upravené textilií s použitím přípravku Itoguard LJ 100.

Obecně je možno konstatovat, že barevné difference po aplikaci všech testovaných přípravků jsou minimální. Vyjádříme-li barevné difference DE^* pomocí stupňů šedé stupnice pro změnu odstínů, představují tyto difference stupeň šedé stupnice převážně 4 až 5, což je normálně nepostřehnutelné běžným spotřebitelem.

3.7 Testování hydrofobní a oleofobní úpravy

3.7.1 Použité metody testování hydrofobní a oleofobní úpravy

1) Test na odolnost proti vodním kapkám (hydrofobní test – water repellency test)

Tento test určuje odolnost látek ke smáčení kapalinami obsahujícími vodu. Kapky směsi vody s alkoholem s měnícím se povrchovým napětím jsou rozmístěny na textilií a rozsah smočeného povrchu je posuzován vizuálně.

Tento test poskytuje přibližný ukazatel odolnosti proti špinění vodnými roztoky. Obecně se dá říci, že čím vyšší je stupeň vodoodpudivosti, tím lepší je odolnost textiliie k zašpinění substancemi na vodné bázi. Složení standardních testovacích kapalin je uvedeno v tabulce č.18.

Tab. 18 – Standardní testovací kapaliny pro hydrofobní test

hodnocení	složení v obj. %		povrchové napětí [mN.m ⁻¹]
	isopropylalkohol	destilovaná voda	
<i>W</i>	0	100	71,52
<i>1</i>	10	90	43,57
<i>2</i>	20	80	34,40
<i>3</i>	30	70	29,35
<i>4</i>	40	60	26,36
<i>5</i>	50	50	25,36
<i>6</i>	60	40	24,44
<i>7</i>	70	30	23,80
<i>8</i>	80	20	23,26
<i>9</i>	90	10	22,54
<i>10</i>	100	0	21,14

Postup zkoušky:

- I. Tkaninu umístíme lícem vzhůru na bílý savý papír na vodorovnou plochu. Test začneme s kapalinou č.1 a na tři místa opatrně umístíme kapku testovací kapaliny o průměru 5 mm nebo o objemu 0,05 ml.
- II. Kapky pozorujeme asi 10 sekund pod úhlem přibližně 45°.
- III. Jestliže se nejméně dvě ze tří kapek nevsáknou nebo nezvlhčí látku a kolem kapek se neutvoří „paprsky“, umístíme vedle kapky kapaliny č.2 a opakujeme krok 2.
- IV. Tento postup opakujeme, dokud nejméně dvě ze tří kapek během 10 sekund nesmočí tkaninu, nebo se na ní neukážou „paprsky“. Stupeň vodoodpudivosti textilie je nejvyšší číslo kapaliny, u které se alespoň dvě ze tří kapek textilií nesmočily nebo se do ní nevply.

2) Oleofobní test (oil repellency test) [33]

Oleofobní test určuje, jak upravená tkanina odolává špíně na bázi olejů a smáčení organickými kapalinami.

Zkouška spočívá ve vizuálním hodnocení smáčení povrchu textilie kapalnými uhlovodíky o různém povrchovém napětí. Standardní kapaliny používané v testu jsou uvedeny v tabulce č.19.

Tab. 19 – Standardní olejové testovací kapaliny pro oleofobní test

hodnocení	uhlovodík	povrchové napětí [mN.m ⁻¹]
1	rafinovaný minerální olej	31,0
2	n-hexadekan 65/35	29,2
3	n-hexadekan	27,3
4	n-tetradekan	26,2
5	n-dodekan	24,6
6	n-dekan	23,6

Kapaliny by měly být skladovány v neprůhledné sklenici o obsahu 60ml s kapátkem. Kapátko musí být z materiálu odolného rozpouštědlům, jako je např. neopren.

Při testu se můžeme setkat s různými druhy smáčení v závislosti na druhu finální úpravy, vlákna a na konstrukci textilie. U mnoha textilií bude konečné hodnocení zřejmé, tzn. budou odolné vůči smočení jednou kapalinou a další je bude bezprostředně smáčet. U některých však bude konečné hodnocení obtížné. Tyto textilie vykazují progresivní smočení několika testovacími kapalinami, což se projevuje částečným ztmavnutím textilie na rozhraní mezi kapalinou a textilií. V tomto případě je konečný bod hodnocení stanoven testovací kapalinou, která způsobí během 30 sekund úplné ztmavnutí styčné plochy mezi textilií a kapalinou.

Postup zkoušky:

- I. Textilii umístíme lícem navrch na bílý savý papír na vodorovnou plochu. Začneme s testovací kapalinou č.1. Opatrně kápneme na pěti různých místech testované textilie kapky o průměru 5mm nebo o obsahu přibližně 0,05 ml.
- II. Kapky pozorujeme 30 sekund přibližně pod úhlem 45°. Smočení látky se normálně projevuje jejím ztmavnutím na rozhraní kapalina/textilie. Na tmavých nebo černých látkách můžeme smočení textilie poznat podle toho, že se uvnitř kapky ztratí lesk.

- III. Jestliže alespoň tři z pěti kapek nesmočí látku, nebo do ní neproniknou, a nedojde k vsakování na okrajích kapky, umístíme v jejich blízkosti kapky testovací kapaliny č.2 a opakujte krok 2.
- IV. Pokračujeme v tomto postupu, dokud alespoň tři z pěti kapek během 30 sekund textilií nesmočí, nebo do ní kapalina v okolí kapky nezačne vsakovat. Stupeň oleofobity textilie je nejvyšší číslo kapaliny, u které nejméně tři kapky z pěti textilií nesmočí nebo se do ní nevsáknou.
- V. U hraničních případů je povoleno hodnocení přechodem mezi jednotlivými stupni (např. 4,5). Příkladem je, když u tří nebo více kapek z pěti zůstane zachován okrouhlý tvar, ale dojde k částečnému ztmavnutí vzorku u okrajů kapky.

3.7.2 Hodnocení hydrofobního a oleofobního efektu jednotlivých přípravků

Pro hodnocení hydrofobního a oleofobního efektu byly testovány již uvedené přípravky (Tubiguard 27, Baygard UFC, Itoguard LJ 100, Rucostar EEE) nanesené na textiliích v daných koncentracích (kap.3.4). Dosažené hodnoty hydrofobního a oleofobního efektu jsou uvedeny v tabulkách 20 – 21.

Tab. 20 – Hodnoty dosaženého stupně hydrofobního efektu na upravených textiliích

přípravek	koncentrace přípravku g.l^{-1}	koncentrace přípravku g.m^{-2} textilie	dosažený stupeň vodoodpudivosti
<i>Tubiguard 27</i>	10 g.l^{-1}	1,84 g.m^{-2}	10
	80 g.l^{-1}	14,72 g.m^{-2}	10
<i>Baygard UFC</i>	15 g.l^{-1}	2,76 g.m^{-2}	9
	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	10
<i>Itoguard LJ 100</i>	20 g.l^{-1}	3,68 g.m^{-2}	10
	70 g.l^{-1}	12,88 g.m^{-2}	10
<i>Rucostar EEE</i>	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	10
	50 g.l^{-1}	9,20 g.m^{-2}	10

Tab. 21 – Hodnoty dosaženého stupně oleofobního efektu na upravených textiliích

přípravek	koncentrace přípravku g.l^{-1}	koncentrace přípravku g.m^{-2} textilie	dosažený stupeň oleofobity
<i>Tubiguard 27</i>	10 g.l^{-1}	1,84 g.m^{-2}	5
	80 g.l^{-1}	14,72 g.m^{-2}	6
<i>Baygard UFC</i>	15 g.l^{-1}	2,76 g.m^{-2}	5
	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	6
<i>Itoguard LJ 100</i>	20 g.l^{-1}	3,68 g.m^{-2}	6
	70 g.l^{-1}	12,88 g.m^{-2}	6
<i>Rucostar EEE</i>	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	6
	50 g.l^{-1}	9,20 g.m^{-2}	6

3.7.3 Závěr hodnocení testování hydrofobního a oleofobního efektu

Jak vyplývá z tabulky č. 20 a 21, po aplikaci testovaných přípravků došlo ke zlepšení hydrofobních a oleofobních parametrů. U všech vzorků bylo dosaženo maximálního stupně hydrofobity – 10, kromě přípravku Baygard UFC o koncentraci 15 g.l^{-1} , kde bylo dosaženo 9. stupně hydrofobity.

S pomocí testovaných přípravků bylo dosaženo maximálního stupně oleofobity – 6, kromě přípravku Tubiguard 27 o koncentraci 10 g.l^{-1} a přípravku Baygard o koncentraci 15 g.l^{-1} , kde bylo dosaženo 5. stupně oleofobity.

Neupravená bavlna díky své navlhvosti a výrazné své schopnosti dosáhla nejnižšího stupně 0 jak u hydrofobního testu tak i u oleofobního testu.

Pomocí hydrofobního a oleofobního testu je možno zjistit, zda bylo dosaženo po aplikaci úpravnických prostředků zvýšení hydrofobity a oleofobity, což bylo tímto testem prokázáno.

3.8 Zkoušky stálosti (hydrofobní a oleofobní úpravy) v praní

3.8.1 Použité metody zkoušky stálosti v praní

Pro zkoušení stálosti hydrofobní a oleofobní úpravy v praní byla použita metoda podle normy ČSN 80 0123. [34]

Postup zkoušky:

- I. Z každé testované textilie připravíme vzorek o rozměrech 100 mm x 40 mm a označíme jej kvůli identifikaci.
- II. Přidáme 4g.l^{-1} alkalického pracího detergentu (např. Arielu-pH 9), nastavíme pračku na 60°C pro bavlnu a její směsi, 40°C pro syntetická vlákna a 30°C pro vlnu.
- III. Vzorky dáme do pračky a nastavíme program pro 30 minutový cyklus praní barevného prádla bez předepírky. Prací cyklus opakujeme 5x.
- IV. Vzorky pak sušíme v sušičce při 80°C.
- V. Nakonec vyžehlíme vzorky žehličkou při teplotě 135-160°C. Žehlíme 30 sekund po každé straně, nejprve rub a pak líc.
- VI. Před oleofobním a hydrofobním testem klimatizujeme vzorky tak, že je necháme vychladnout při pokojové teplotě. Dále pokračujeme podle kapitoly 3.7.1 Hodnocení hydrofobní a oleofobní úpravy. Testovací kapaliny jsou uvedeny v tabulkách 18 – 19.

3.8.2 Hodnocení stálosti hydrofobní a oleofobní úpravy v praní

Dosažené hodnoty hydrofobního a oleofobního testu (na upravených textiliích) po zkoušce stálosti v praní jsou uvedeny v tabulkách 22 – 23.

Tab. 22 – Hodnoty dosaženého stupně hydrofobního efektu (na uprav. textiliích) po zkoušce stálosti v praní

přípravek	koncentrace přípravku g.l^{-1}	koncentrace přípravku g.m^{-2} textilie	dosažený stupeň vodoodpudivosti
<i>Tubiguard 27</i>	10 g.l^{-1}	1,84 g.m^{-2}	2
	80 g.l^{-1}	14,72 g.m^{-2}	9
<i>Baygard UFC</i>	15 g.l^{-1}	2,76 g.m^{-2}	6
	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	8
<i>Itoguard LJ 100</i>	20 g.l^{-1}	3,68 g.m^{-2}	8
	70 g.l^{-1}	12,88 g.m^{-2}	9
<i>Rucostar EEE</i>	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	5
	50 g.l^{-1}	9,20 g.m^{-2}	6

Tab. 23 – Hodnoty dosaženého stupně oleofobního efektu (na uprav. textiliích) po zkoušce stálosti v praní

přípravek	koncentrace přípravku g.l^{-1}	koncentrace přípravku g.m^{-2} textilie	dosažený stupeň oleofobity
<i>Tubiguard 27</i>	10 g.l^{-1}	1,84 g.m^{-2}	1
	80 g.l^{-1}	14,72 g.m^{-2}	5
<i>Baygard UFC</i>	15 g.l^{-1}	2,76 g.m^{-2}	4
	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	5
<i>Itoguard LJ 100</i>	20 g.l^{-1}	3,68 g.m^{-2}	5
	70 g.l^{-1}	12,88 g.m^{-2}	5
<i>Rucostar EEE</i>	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	4
	50 g.l^{-1}	9,20 g.m^{-2}	4

3.8.3 Závěr zkoušky stálosti (hydrofobní a oleofobní úpravy) v praní

U všech testovaných textilií s použitím testovaných přípravků došlo po zkoušce v praní k poklesu hydrofobity a oleofobity.

U hydrofobního testu po praní nejlépe obstál přípravek Itoguard LJ 100, a to i při minimální koncentraci 20 g.l^{-1} , nejhůře na tom byl přípravek Tubiguard 27 při minimální koncentraci 10 g.l^{-1} . Při maximálních koncentracích všech přípravků byl nejhorší stupeň hydrofobity zaznamenán u přípravku Rucostar EEE, kde dosáhla vodoodpudivost stupně 6.

U oleofobního testu po praní byl nejnižší stupeň oleofobity zaznamenán u přípravku Tubiguard 27 a Itoguard LJ 100, a to při jejich minimálních koncentracích doporučených výrobcem. Při maximálních koncentracích klesl stupeň oleofobity o jeden maximálně dva stupně, což je po testu v praní vyhovující.

Pokud chceme i po praní udržet vynikající oleofobitu upravovaných textilií, použijeme testované přípravky při vyšších koncentracích, než je doporučená minimální koncentrace přípravku od výrobce.

Pro praktickou aplikaci testovaných produktů v textilní technologii je nutno pro každý typ určit optimální dávkování produktu, dobu a teplotu kondenzace, tak aby bylo dosaženo požadovaných hydrofobních a oleofobních parametrů po více násobném spotřebitelském praní.

3.9 Elektronová mikroskopie dendrimerů

3.9.1 Použitá metoda zkoumání nadmolekulární struktury dendrimerů

Elektronová mikroskopie

Svazek rychle letících elektronů – záření velmi krátké vlnové délky dané použitým urychlovacím napětím.

- vlnová délka λ elektronu
- o hmotnosti m_e
- náboj e
- rychlost v_e

de Brogliův vztah :

$$\frac{h}{\lambda} = m_e \cdot v_e$$

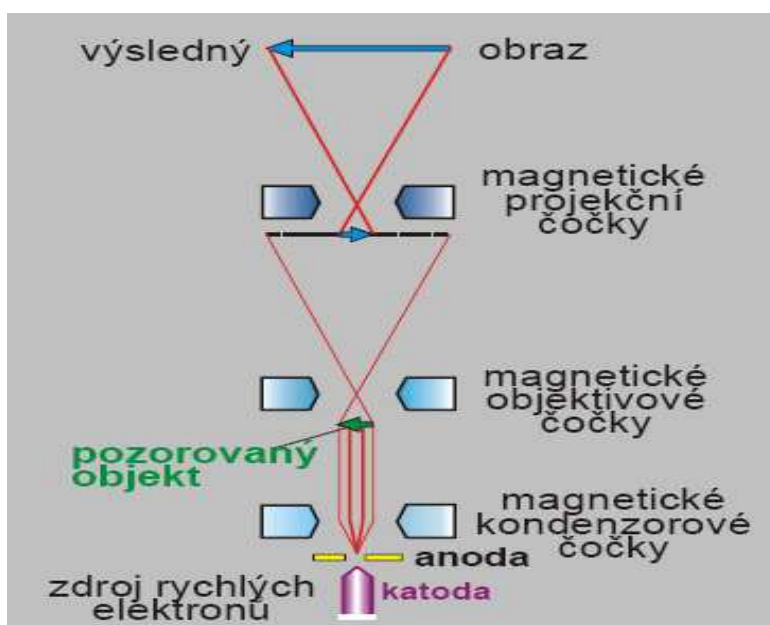
(13)

Rychlost elektronu závisí na urychlovacím napětí U

$$\frac{1}{2} m_e v_e^2 = e \cdot U \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2 e \cdot U}{m_e}}$$

(14)

Při průchodu předmětem se elektrony rozptylují na tuhých částicích do stran, tlustší vrstvy a specificky těžší partie předmětu rozptylují více. Rozptýlené elektrony opustí osu mikroskopu a nevytvářejí obraz. Příliš silné vrstvy jsou neprůhledné bez ohledu na své složení.



Obr. 37 – Princip elektronové mikroskopie

Rozlišujeme dva typy elektronové mikroskopie:

- Transmisní
- Rastrovací (scanning)

Obě metody pracují s vysokým vakuem $10^{-5} - 10^{-6}$ Pa. Pro zkoumání nadmolekulární struktury dendrimerů byla použita rastrovací metoda pomocí přístroje Tescan SBH.

Rastrovací metoda

Paprsek se pohybuje po řádcích po preparátu (rastruje) – primární paprsek vyrazí sekundární elektrony, které jsou snímány sondou, převáděny na videosignál a zobrazeny na obrazovce počítače.

Příprava preparátu pro rastrovací metodu:

Preparát se umístí na stolek a pokryje se vrstvičkou 10 – 30 nm zlata na naprašovacím zařízení při 0,1 mbar proudem 45 mA po dobu 2 min.

Použitý typ přístroje [35]

Pro elektronovou mikroskopii dendrimerů byl použit rastrovací elektronový mikroskop od firmy Tescan typ Vega/SBH:

- čisté a rychle dosažitelné vakuum pomocí turbomolekulární a rotační vývěvy
- automatizované nastavování mikroskopu
- intuitivní ovládání prostřednictvím software v operačním systému Windows™, zpracování obrazu a odměřování v obraze

Parametry přístroje:

Rozlišení – 3nm

Zvětšení – 24x až 1 000 000x

Urychlovací napětí – 200V až 30kV

Rastrovací rychlost – 200 ns do 10ms na pixel

Velikost obrazu – 4 096 x 4 096 pixelů

3.9.2 Hodnocení elektronové mikroskopie dendrimerů

Pro přípravu preparátů pro elektronovou mikroskopii byla použita krycí sklíčka, na která byla nanесena oleofobní úprava jako na textilie. K hodnocení struktury dendrimerů byl použit přípravek Rucostar EEE, protože jako jediný obsahuje vysokorozvětvený makromolekulární dendrimer. Pro porovnání byl použit i klasický perfluoralkan- přípravek Itoguard LJ 100, který není na bázi dendrimerů, tudíž nevytváří dendritickou strukturu. Všechny preparáty byly 8 000 – 10 000x zvětšeny.

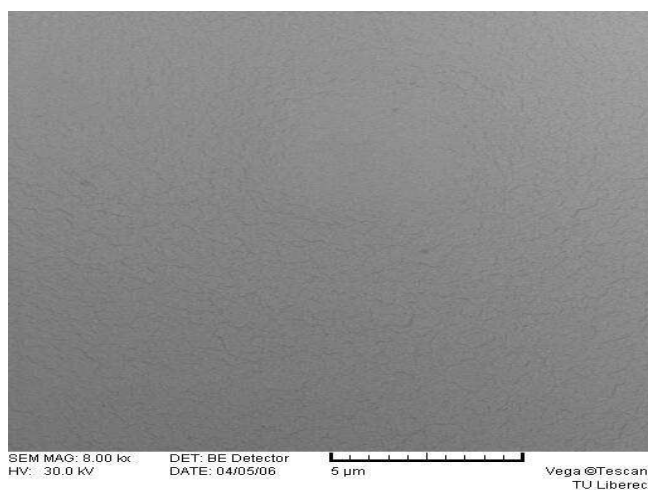
Pro zkoumání nadmolekulární struktury byly voleny koncentrace přípravků a teploty kondenzace podle tabulky č. 24.

Tab. 24 – Koncentrace přípravků a teploty kondenzace užívané při zkoumání elektronové mikroskopie dendrimerů

přípravek	koncentrace přípravku g.l ⁻¹	kondenzace 2 min při teplotě:
<i>Rucostar EEE</i>	10 g.l ⁻¹	110°C
	10 g.l ⁻¹	160°C
	30g.l ⁻¹	110°C
	30g.l ⁻¹	160°C
	50g.l ⁻¹	110°C
	50g.l ⁻¹	160°C
<i>Itoguard LJ 100</i>	70g.l ⁻¹	160°C

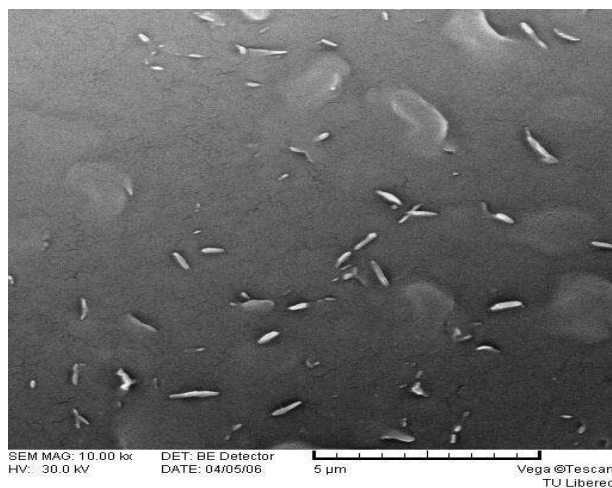
3.9.3 Výsledky elektronové mikroskopie dendrimerů

Struktura dendritických skupin při různých koncentracích a teplotách kondenzace (Obrázky 38–44):

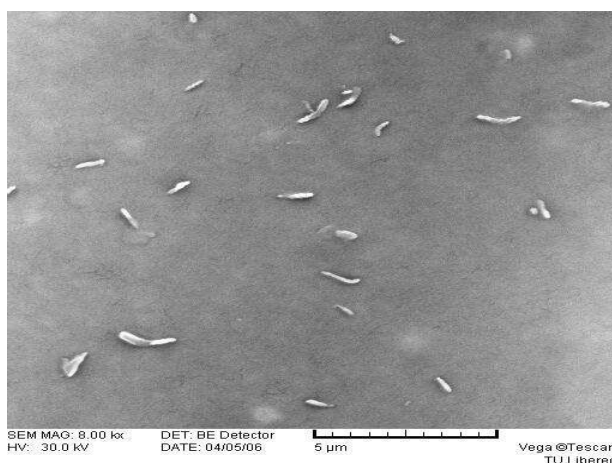


Obr . 38 - Itoguard LJ 100: koncentrace 70g.l⁻¹, teplota kondenzace 160°C - 2 min

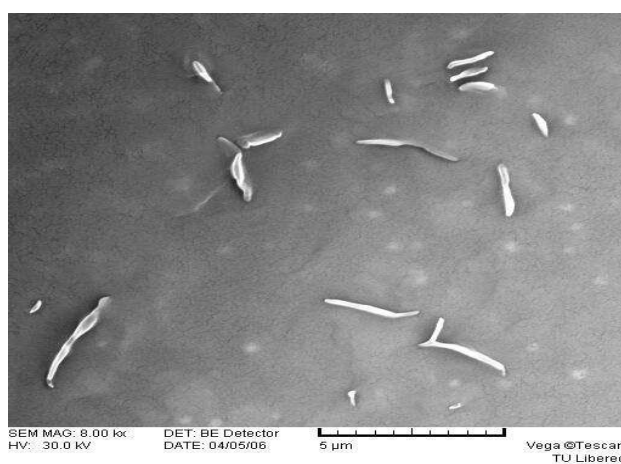
Tento přípravek je klasický perfluoralkan, proto neobsahuje žádné dendritické struktury.



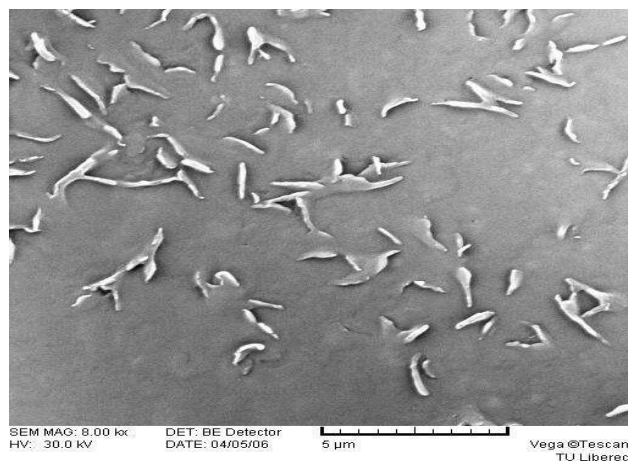
Obr. 39 - Rucostar EEE: koncentrace 10g.l^{-1} , teplota kondenzace 110°C - 2 min



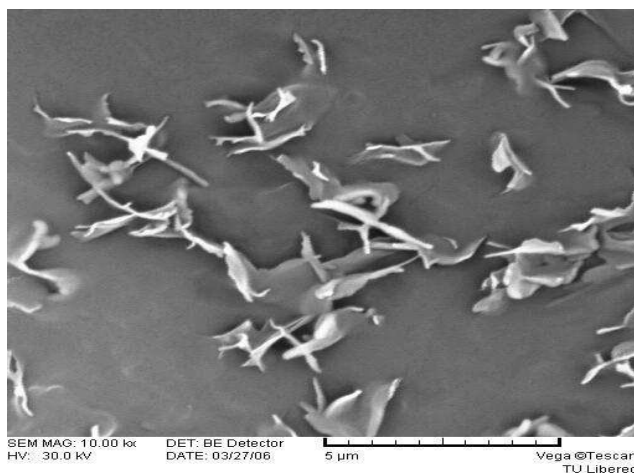
Obr. 40 - Rucostar EEE: koncentrace 30g.l^{-1} , teplota kondenzace 110°C - 2 min



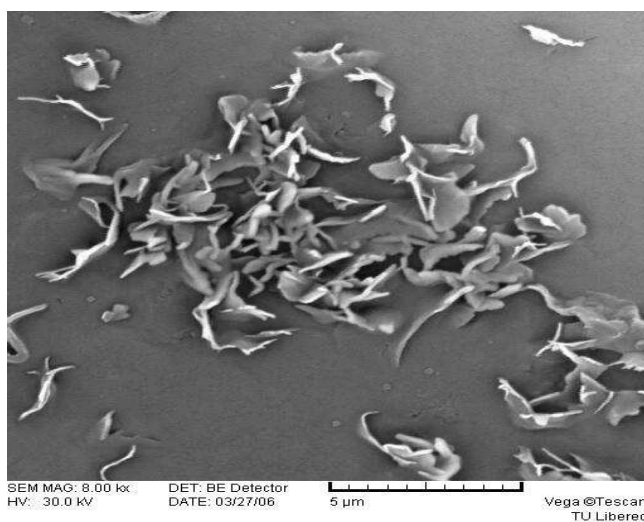
Obr.41 - Rucostar EEE: koncentrace 50g.l^{-1} , teplota kondenzace 110°C - 2 min



Obr. 42 - Rucostar EEE: koncentrace 10 g.l⁻¹, teplota kondenzace 160°C - 2 min



Obr. 43 - Rucostar EEE: koncentrace 30 g.l⁻¹, teplota kondenzace 160°C - 2min



Obr. 44 - Rucostar EEE: koncentrace 50g.l⁻¹, teplota kondenzace 160°C - 2 min

Délkový rozměr dendritických makromolekul je v μm a tloušťka stěn je v nm (5-15 nm).

3.9.4 Závěr hodnocení elektronové mikroskopie dendrimerů

Mikrofotografie dendritických struktur u přípravku Rucostar EEE (Obrázky 39 – 44) ukazují typicky rozvětvenou strukturu dendritických makromolekul, přičemž délkový rozměr jednotlivých „větví“ dendrimerů je řádově v μm a tloušťka stěn je v nm.

Elektronovou mikroskopií dendritických struktur bylo dokázáno, že s rostoucí koncentrací přípravku Rucostar EEE a s rostoucí teplotou kondenzace roste i stupeň rozvětvení dendritických makromolekul.

U přípravku Itoguard LJ 100 (Obr. 38), který je klasický perfluoralkan (není na bázi dendrimerů), bylo prokázáno, že neobsahuje žádné dendritické makromolekulární struktury.

3.10 Měření propustnosti vodních par u upravených textilií

3.10.1 Použitá metoda měření propustnosti vodních par

K měření propustnosti vodních par byl použit přístroj PERMETEST, který měří propustnost pro vodní páry, tepelnou propustnost a tepelný odpor. Přístroj převádí vodní páry na výparné teplo.

Přístroj se skládá z měřicí hlavice, která má tepelné, elektricky vytápěné jádro. Snímač tepelného toku je překryt jemnou mosaznou sítí, která při minimálním přídavném tepelném odporu zabezpečuje rovnoměrnou distribuci kapaliny, přiváděné z dávkovače jádrem hlavice. Měřicí plocha je v pracovní poloze zasunuta do vzduchového kanálu. V mokřím izotermickém režimu je měřicí plocha zvlhčena nejprve bez vzorku. Po ustálení teploty hlavice se odměří výchozí tepelný tok odpovídající 100% propustnosti vodních par. Po zakrytí měřicí plochy vzorkem (bez přímého kontaktu s kapalinou) a po novém

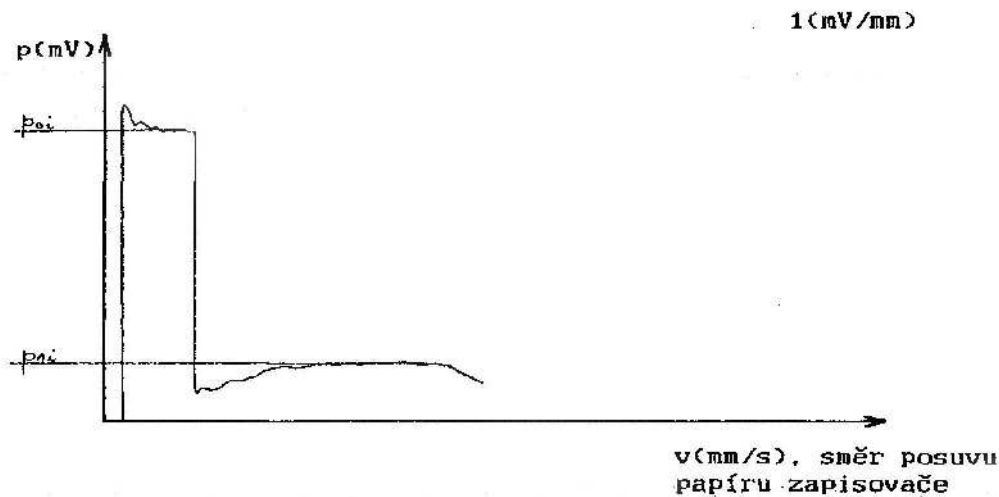
ustálení se udá poměr aktuálního a výchozího signálu relativní propustnosti vzorku pro vodní páry. [36]

Technické parametry přístroje PERMETEST:

Rozsah stupnice - odpor proti prostupu páry	1 – 100 m ² .Pa.W ⁻¹
- relativní propustnost vodních pár	1 – 100%
- tepelný odpor	0,02 – 1 m ² .K.W ⁻¹
- tloušťka materiálu	0,1 – 7 mm
Nastavitelná rychlost proudění vzduchu	1,5 a 3 m.s ⁻¹
Citlivost zapisovacího zařízení	0,5 – 1 m.V na plnou šíři papíru

Graf 4 – Graf propustnosti vodních par

Graf propustnosti- výstup ze zapisovače



v - rychlost posuvu (mm/s)

p - citlivost zapisovače = propustnost vodních par (mV)

p₀₁ - max. ustálená hodnota propustnosti před vložením vzorku do přístroje (mV)

p₁₁ - max. ustálená hodnota propustnosti po vložení vzorku do přístroje (mV).

Vztah pro výpočet propustnosti vodních par p_i :

$$p_i = (p_{li}/p_{0i}) * 100 \quad [\%] \quad (15)$$

p_{0i}maximální ustálená hodnota propustnosti vodních par před vložením vzorku do přístroje [mV]

p_{li}maximální ustálená hodnota propustnosti vodních par po vložení vzorku do přístroje [mV] [36]

3.10.2 Hodnocení propustnosti vodních par

U všech upravených textilií testovanými přípravky (Tubiguard 27, Baygard UFC, Itoguard LJ 100, Rucostar EEE) o daných koncentracích byla zkoušena propustnost vodních par na přístroji Permetest. Hodnoty propustnosti vodních par jsou uvedeny v tabulce 25.

Tab. 25 – Hodnoty propustnosti vodních par u upravených textilií

přípravek	koncentrace přípravku g.l^{-1}	koncentrace přípravku g.m^{-2} textilie	propustnost vodních par v [%]
<i>Tubiguard 27</i>	10 g.l^{-1}	1,84 g.m^{-2}	17,31 %
	80 g.l^{-1}	14,72 g.m^{-2}	15,69 %
<i>Baygard UFC</i>	15 g.l^{-1}	2,76 g.m^{-2}	19,61 %
	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	17,65 %
<i>Itoguard LJ 100</i>	20 g.l^{-1}	3,68 g.m^{-2}	18,75 %
	70 g.l^{-1}	12,88 g.m^{-2}	17,02 %
<i>Rucostar EEE</i>	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	15,21 %
	50 g.l^{-1}	9,20 g.m^{-2}	14,90 %
<i>bez úpravy (neuprav. vzorek)</i>	-	-	21,83 %

3.10.3 Závěr hodnocení propustnosti vodních par

Oproti neupravenému vzorku se snížila propustnost vodních par u upravených textilií nejvíce na textilii s použitím přípravku Rucostar EEE o koncentraci 50 g.l^{-1} , a to o 6,93%, nejméně na textilii s použitím přípravku Baygard UFC o koncentraci 15 g.l^{-1} , a to pouze o 2,22%.

Obecně je možno konstatovat, že se zvyšující se koncentrací oleofobních přípravků se snižuje propustnost vodních par.

Vedení vody a vodní páry oděvními textiliemi má zásadní vliv na tepelný komfort člověka a je v posledních letech spolu s omakem velmi zkoumanou oblastí hodnocení textilií.

3.11 Měření statického koeficientu tření u upravených textilií

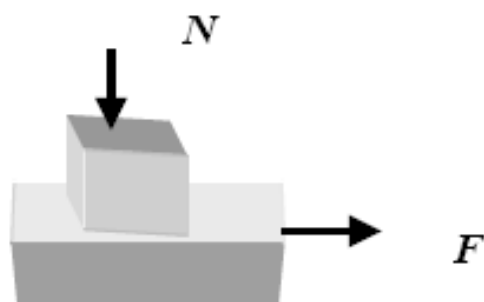
3.11.1 Použitá metoda měření statického koeficientu tření

Tření souvisí s povrchovými vlastnostmi plošných textilií, povrchový reliéf se projevuje v řadě vzhledových charakteristik, jejichž úroveň ovlivňuje její reprezentativní vlastnosti a má vliv na koeficient tření.

Tření je odpor proti pohybu jednoho tělesa po povrchu druhého tělesa. Jsou rozeznávány 2 druhy tření: - statické tření (okamžik uvedení tělesa na podložce do pohybu)
- dynamické tření (udržování tělesa v pohybu)

Pro koeficient statického tření μ pak platí:

$$\mu = \frac{F}{N} \quad \text{kde } F \text{ je síla potřebná k pohybu těles v kontaktu a } N \text{ je normálová síla} \quad (16)$$



Obr. 45 – Tření tělesa na podložce (poměry při ideálním tření dvou hladkých těles) [37]

Při detailnějším rozboru mechanismu tření je třeba brát v úvahu to, že povrchy vláken jsou drsné. Při tření dochází k plastické deformaci lokálních extrémů doprovázené lokálním ohřevem. Celková třecí síla je pak součtem deformační síly a adhezní síly vznikající vlivem elektrostatických vazeb mezi povrchy a difúze atomů přes mezipovrch. Tření je tedy do značné míry závislé na povrchové energii vláken. Pro vlákna s velmi nízkou povrchovou energií je také tření minimální.

Tab. 26 – Statické koeficienty tření vlákno/vlákno

typ vlákna	statický koeficient tření
viskóza	0,35
polyamid 6	0,47
vlna (směr šupinek)	0,13
vlna (proti šupinkám)	0,61
polyester	0,58
bavlna	0,22
přírodní hedvábí	0,52
polytetrafluorethylen	0,04

Povrch vláken je nepravidelný, pokud ho sledujeme při dostatečném zvětšení. Při vzájemném styku nerovnosti dochází k jejich „spojení“ a tato spojení se přeruší při vzájemném skluzu povrchů. S rostoucím zatížením roste tření, neboť nerovnosti se do sebe „zaklesnou“. Podstata procesu závisí na mechanických vlastnostech materiálu. [37]

K měření statického koeficientu tření u upravených textilií byl použit přístroj Automatic Surface Tester–KES–FB4 pro testování povrchových vlastností textilií, papíru, netkaných textilií a fólií. KES-FB-Kawabata Laboratory umožňuje testování šesti základních mechanických vlastností plošných textilií – tah, smyk, ohyb, stlačitelnost, koeficient tření, drsnost. Na základě těchto vlastností je možné stanovit celkové hodnocení omaku. Omak představuje základní kvalitativní charakteristiku oděvních textilií.

3.11.2 Hodnocení statického koeficientu tření

U všech upravených textilií testovanými přípravky (Tubiguard 27, Baygard UFC, Itoguard LJ 100, Rucostar EEE) o daných koncentracích byl hodnocen statický koeficient tření na přístroji Automatic Surface Tester. Koeficienty tření jsou uvedeny v tabulce č. 27.

Tab. 27 – Hodnoty statického koeficientu tření vlákno/vlákno (pro upravené textilie)

přípravek	koncentrace přípravku g.l^{-1}	koncentrace přípravku g.m^{-2} textilie	statický koeficient tření μ	změna statického koef. u uprav. textilií oproti neuprav. textilii
<i>Tubiguard 27</i>	10 g.l^{-1}	1,84 g.m^{-2}	0,155	- 2,52 %
	80 g.l^{-1}	14,72 g.m^{-2}	0,161	+ 1,26 %
<i>Baygard UFC</i>	15 g.l^{-1}	2,76 g.m^{-2}	0,160	+ 0,63 %
	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	0,163	+ 2,52 %
<i>Itoguard LJ 100</i>	20 g.l^{-1}	3,68 g.m^{-2}	0,166	+ 4,40 %
	70 g.l^{-1}	12,88 g.m^{-2}	0,169	+ 6,29 %
<i>Rucostar EEE</i>	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	0,153	- 3,77 %
	50 g.l^{-1}	9,20 g.m^{-2}	0,151	- 5,03 %
<i>bez úpravy (neuprav. vzorek)</i>	-	-	0,159	-

3.11.3 Závěr hodnocení statického koeficientu tření

U upravených textilií pomocí přípravků Tubiguard 27, Baygard UFC, Itoguard LJ 100 došlo oproti neupravené textilii ke zvýšení statického koeficientu tření.

U textilie upravené přípravkem Rucostar EEE (na bázi dendrimerů) došlo ke snížení statického koeficientu tření. U dendritických přípravků působí kromě oleofobních perfluoralkanů i jejich struktura takzvaný „LOTOS“ efekt, který ovlivňuje i statický koeficient tření.

3.12 Kvalitativní testování sorpce špíny na upravených textiliích

3.12.1 Použitá metoda testování špinivosti textilií

K vizuálnímu testování špinivosti upravených textilií byly použity běžně dostupné špinicí disperze, které byly nakapány na textilie v přesně definovaném množství 0,2 ml z výšky 5 mm pod úhlem 45°. Poté byl subjektivně posouzen stupeň zašpinění původní neupravené textilie a s tím srovnán stupeň zašpinění textilie upravené pomocí oleofobních přípravků.

Použité špinicí disperze:

1. šťáva z kompotované červené řepy
2. šťáva z čerstvé červené řepy
3. šťáva z čerstvé červené řepy s přidáním 15% cukru
4. červené víno
5. použitý minerální olej

3.12.2 Hodnocení kvalitativního testování sopce špíny na upravených textiliích

Na upravené textilie testovanými oleofobními přípravky, byly naneseny špinící disperze podle kapitoly 3.12.1 a poté bylo subjektivně posuzováno špinění textilií. Přehledně je toto subjektivní hodnocení špinivosti uvedeno v tabulce č.28.

Tab. 28 – Stupeň zašpinění původní neupravené textilie v porovnání s upravenými textiliemi

Legenda: o – disperze textilií nešpiní

x – disperze textilií mírně špiní

xx – disperze textilií znatelně špiní

označ. vzorku	název přípravku	koncentr. přípravku g.m ⁻² textile	1	2	3	4	5
			šťáva z kompot. červené řepy	šťáva z čerstvé červ. řepy	šťáva z čerst. červ. řepy + 15% cukru	červen. víno	použ. minerál. olej
A	<i>neuprav. vzorek</i>	-	xx	xx	xx	xx	xx
B	<i>Tubiguard 27</i>	1,84 g.m ⁻²	x	o	o	o	xx
C	<i>Tubiguard 27</i>	14,72 g.m ⁻²	x	o	o	o	x
D	<i>Baygard UFC</i>	2,76 g.m ⁻²	o	o	o	o	xx
E	<i>Baygard UFC</i>	5,52 g.m ⁻²	o	o	o	o	x
F	<i>Itoguard LJ 100</i>	3,68 g.m ⁻²	o	o	o	o	x
G	<i>Itoguard LJ 100</i>	12,88 g.m ⁻²	o	o	o	o	x
H	<i>Rucostar EEE</i>	5,52 g.m ⁻²	x	o	o	o	xx
I	<i>Rucostar EEE</i>	9,20 g.m ⁻²	x	o	o	o	xx

Obrázky 46 – 50 vyplývají z tabulky č.28. (*písmena A – I označují typ použitého přípravku naneseného na textilií, čísla 1 – 5 označují špinící disperzi*)



A1, A2, A4, A5 (viz. tab. č. 28)

Obr. 46 – Testování sorpce špíny na neupravené textilií: 1. *skvrna* (**A1**) - šťáva z červené řepy kompotované, 2. *skvrna* (**A2**) – šťáva z čerstvé červené řepy, 3. *skvrna* (**A4**) – červené víno, 4. *skvrna* (**A5**) – použitý minerální olej

Legenda: Ř – červená řepa kompotovaná, V – červené víno, O – minerální olej



B1, B4, B5 (viz. tab. č. 28)



C1, C4, C5 (viz. tab. č. 28)

Obr. 47 – Testování sorpce špíny na upravené textilii pomocí přípravku *Tubiguard 27* – **B**) koncentrace přípravku 10g.l^{-1} , **C**) koncentrace přípravku 80g.l^{-1}



D1, D4, D5 (viz. tab. č. 28)



E1, E4, E5 (viz. tab. č. 28)

Obr. 48 – Testování sorpce špíny na upravené textilii pomocí přípravku *Baygard UFC* –
D) koncentrace přípravku 15 g.l⁻¹, **E)** koncentrace přípravku 30 g.l⁻¹



F1, F4, F5 (viz. tab. č. 28)



G1, G4, G5 (viz. tab. č. 28)

Obr. 49 – Testování sorpce špíny na upravené textilii pomocí přípravku *Itoguard LJ 100* –
F) koncentrace přípravku 20 g.l⁻¹, **G)** koncentrace přípravku 70 g.l⁻¹



H1, H4, H5 (viz. tab. č. 28)



I1, I4, I5 (viz. tab. č. 28)

Obr. 50 – Testování sorpce špíny na upravené textilii pomocí přípravku *Rucostar* *EEE* – **H)** koncentrace přípravku 30 g.l⁻¹, **I)** koncentrace přípravku 50 g.l⁻¹

3.12.3 Závěr hodnocení kvalitativního testování sorpce špíny na upravených textiliích

Jak vyplývá z obrázků 47 – 50 v kvalitativním testování sorpce špíny na upravených textiliích nejlépe obstál přípravek Itoguard LJ 100. Textilie upravená pomocí přípravku Itoguard LJ 100 byla ušpiněna minimálně, a to pouze použitým minerálním olejem.

Podle tohoto subjektivního testu špinivosti můžeme za nejhorší přípravek pro nešpinivou úpravu považovat přípravek *Rucostar* *EEE*. Textilie upravená pomocí přípravku *Rucostar* *EEE* byla znatelně zašpiněna šťávou z červené kompotované řepy a minerálním olejem.

Červené víno, šťáva z čerstvé červené řepy a šťáva z čerstvé červené řepy s přidáním 15% cukru nešpinily ani jednu textilií upravovanou pomocí testovaných přípravků, zato šťáva z kompotované řepy textilie částečně špinila. Vlivem přísad, které se dávají do kompotované červené řepy a vlivem skladování, došlo zřejmě k uvolnění adhezivní látky pektinového typu, proto byla textilie touto disperzí špiněna. (**Pektiny** = kyselé

polysacharidy, které jsou součástí mezibuněčných prostor mladých pletiv rostlin, buněčné stěny a buněčné šťávy vakuol. Hromadí se v dužnatých plodech, snadno bobtnají a poutají vodu. Jejich schopnost tvořit gely se využívá v potravinářském průmyslu při výrobě marmelád.)

3.13 Cenové zhodnocení testovaných přípravků

Tab. 29 – Cenové zhodnocení přípravků

přípravek	cena za 1 kg přípravku	koncentrace přípravku g.l^{-1}	koncentrace přípravku g.m^{-2} textilie	cena přípravku podle koncentrací jednotlivých výrobců
<i>Tubiguard 27</i>	350 Kč	10 g.l^{-1}	1,84 g.m^{-2}	3,50 Kč
		80 g.l^{-1}	14,72 g.m^{-2}	28,00 Kč
<i>Baygard UFC</i>	738 Kč	15 g.l^{-1}	2,76 g.m^{-2}	11,07 Kč
		30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	22,14 Kč
<i>Itoguard LJ 100</i>	445 Kč	20 g.l^{-1}	3,68 g.m^{-2}	8,90 Kč
		70 g.l^{-1}	12,88 g.m^{-2}	31,15 Kč
<i>Rucostar EEE</i>	370 Kč	30 g.l^{-1}	5,52 g.m^{-2}	11,10 Kč
		50 g.l^{-1}	9,20 g.m^{-2}	18,50 Kč

Nákladovou bilanci na 1 kg výrobku by bylo nutné srovnávat s obsahem aktivní látky tj. sušiny a dále s účinností finální úpravy jednotlivých přípravků. Protože sušinu výrobce neuvádí, doporučuje aplikační koncentraci v g.l^{-1} (g.m^{-2} upravované textilie) a účinnost nešpinivé úpravy u testovaných přípravků je zhruba srovnatelná, pak je možno považovat uváděné ceny za 1 kg výrobku za reálný ekonomický parametr při vyhodnocování nákladů na nešpinivou úpravu textilií.

3.14 Testované parametry aplikovaných přípravků

Tab. 30 – Testované parametry (Legenda: o – disperze textilií nešpiní, x– disperze textilií mírně špiní, xx – disperze textilií špiní)

přípravek	koncentrace přípravku g.m ⁻² textilie	hodnota DE* na modře obarvené textilií	hodnota DE* na zeleně obarvené textilií	hodnota DE* na červeně obarvené textilií	dosažený stupeň hydrofobity	dosažený stupeň oleofobity
<i>Tubiguard 27</i>	1,84 g.m ⁻²	0,779	0,443	0,545	10	5
	14,72 g.m ⁻²	0,895	0,552	1,031	10	6
<i>Baygard UFC</i>	2,76 g.m ⁻²	0,690	0,341	1,123	9	5
	5,52 g.m ⁻²	0,959	0,667	1,222	10	6
<i>Itoguard LJ 100</i>	3,68 g.m ⁻²	1,175	0,413	1,276	10	6
	12,88 g.m ⁻²	1,867	0,868	1,914	10	6
<i>Rucostar EEE</i>	5,52 g.m ⁻²	0,365	0,113	0,409	10	6
	9,20 g.m ⁻²	0,656	0,513	0,772	10	6
<i>neupravený vzorek</i>	-	-	-	-	0	0
přípravek	koncentrace přípravku g.m ⁻² textilie	dosažený stupeň hydrofobity po pracím testu	dosažený stupeň oleofobity po pracím testu	propustnost vodních par [%]	statický koeficient tření μ	
<i>Tubiguard 27</i>	1,84 g.m ⁻²	2	1	17,31	0,160	
	14,72 g.m ⁻²	9	5	15,69	0,163	
<i>Baygard UFC</i>	2,76 g.m ⁻²	6	4	19,61	0,166	
	5,52 g.m ⁻²	8	5	17,65	0,169	
<i>Itoguard LJ 100</i>	3,68 g.m ⁻²	8	5	18,75	0,155	
	12,88 g.m ⁻²	9	5	17,02	0,161	
<i>Rucostar EEE</i>	5,52 g.m ⁻²	5	4	15,21	0,153	
	9,20 g.m ⁻²	6	4	14,90	0,151	
<i>neupravený vzorek</i>	-	0	0	21,83	0,159	
přípravek	koncentrace přípravku g.m ⁻² textilie	šťáva z kompot. červené řepy	šťáva z čerstvé červ. řepy	šťáva z čerst. červ. řepy + cukr	červen. víno	Použitý minerál olej
<i>Tubiguard 27</i>	1,84 g.m ⁻²	x	o	o	o	xx
	14,72 g.m ⁻²	x	o	o	o	x
<i>Baygard UFC</i>	2,76 g.m ⁻²	o	o	o	o	xx
	5,52 g.m ⁻²	o	o	o	o	x
<i>Itoguard LJ 100</i>	3,68 g.m ⁻²	o	o	o	o	x
	12,88 g.m ⁻²	o	o	o	o	x
<i>Rucostar EEE</i>	5,52 g.m ⁻²	x	o	o	o	xx
	9,20 g.m ⁻²	x	o	o	o	xx
<i>neupravený vzorek</i>	-	xx	xx	xx	xx	xx

4 ZÁVĚR

V této diplomové práci jsou srovnávány čtyři přípravky pro hydrofobní, oleofobní a nešpinivou úpravu textilií včetně nejnovějšího přípravku na bázi dendrimerů.

Klasické perfluoralkanové přípravky snižují povrchovou energii textilního substrátu tím, že na povrchu fixují orientované perfluoralkanové řetězce. Mechanismus působení dendrimerů je dvojitý, zde dochází ke snížení povrchové energie a zároveň se vytváří jemná struktura tzv. „LOTOS“ efekt, která ovlivňuje koeficient tření. Aplikované dendrimery i perfluoralkany zachovávají původní kvalitativní parametry bavlněné textilie jako je omak, splývavost, tažnost a pevnost.

Srovnáním jednotlivých přípravků bylo zjištěno, že nejúčinnější oleofobní a nešpinivou úpravu poskytuje přípravek Itoguard LJ 100 na bázi perfluoralkanů a přípravek Rucostar EEE na bázi dendrimerů.

Nevýhoda oleofobních přípravků na bázi dendrimerů je v tom, že nezachovávají stejnou oleofobní a hydrofobní účinnost po vícenásobném praní, kdy jsou perfluoralkany ještě účinné. Další nevýhodou je snížení propustnosti vodních par, což negativně ovlivňuje tepelný komfort člověka.

Jedinou „předností“ dendritické úpravy je menší barevná difference DE^* ve srovnání s perfluoralkany a nevýrazné snížení statického koeficientu tření.

Přednosti perfluoralkanových systémů oproti dendritickým systémům spočívají v tom, že úprava perfluoralkany se dá po praní regenerovat přezhlením nad teplotu 80°C, kdy se praním desorientované perfluoralkanové řetězce řadí do orientované struktury na povrchu vláken. Nevýhodou perfluoralkanů je ekologická zátěž životního prostředí, neboť perfluoralkany jsou špatně odbouratelné (i když součástí makromolekuly dendrimerů mohou být také segmenty na bázi perfluoralkanů).

Významné zásadní rozdíly v užitných vlastnostech aplikovaných přípravků zjištěny nebyly.

Pro pokračování ve výzkumných pracích na toto téma bych doporučila vyzkoušení dalších dendrimerových systémů a jejich srovnání s klasickými perfluoralkany.

Seznam použité literatury:

- [1] Blažej, A a kol.: Špeciálne chemické úpravy textilií, Alfa, Bratislava, 1986
- [2] Roup, R.: Chemická technologie textilu, SNTL, Praha, 1978
- [3] Sochor, B.: Finální a speciální úpravy textilních materiálů II., VŠCHT Pardubice, 1976
- [4] Peter, M.: Grundlagen der Textilveredlung, 11. vydání, Frankfurt, 1980
- [5] Pospíšil, Z. a kol.: Příručka textilního odborníka, svazek 2, Praha, 1981
- [6] International Dyer, srpen 2001, str. 6
- [7] Kryštůfek, J., Machaňová, D., Odvárka, J., Prášil, M.: Skriptum- Technologie zušlechťování, TU Liberec, 2002
- [8] Colourage, prosinec 2001, str. 31
- [9] Mleziva, J.: Polymery – struktura, vlastnosti a použití, Sobotáles, Praha, 1993
- [10] Colourage, červenec 2000, str. 37
- [11] Colourage, leden 2001, str. 21
- [12] ČSN 80 0827
- [13] ČSN 80 0856
- [14] ČSN 80 0818
- [15] ČSN 80 0828
- [16] Vlákna a textil, ročník 9, 2002, str. 65
- [17] International Dyer, červenec 2002, str. 17
- [18] Melliand Textilberichte, číslo 10, 2002, str. 750
- [19] Melliand International, ročník 8, prosinec 2002, str. 278
- [20] Melliand International, ročník 8, květen 2002, str. 140
- [21] Souhrnné informace a testy kontroly pro Teflon, fa Ciba, 2002
- [22] Coloration technology, únor 2005, str. 72
- [23] Arshady, R.: Microsphere, Microcapsules and Liposomes, Imperial College of Science, Technology and Medicine Univesity of London, 2002
- [24] Vlákna a textil, ročník 12, leden 2005, str. 33
- [25] International Dyer, květen 2001, str. 19
- [26] Rudolf-Info, číslo 16, 2004
- [27] Technické listy přípravku TUBIGUARD 27, fa Bezema

- [28] Technické listy přípravku BAYGARD UFC, fa Lanxess Energizing Chemistry
- [29] Technické listy přípravku ITOGUARD LJ 100, fa LJ Specialities Limited
- [30] Technické listy přípravku RUCOSTAR EEE, fa Rudolf Chemie
- [31] Vík, M.: Základy měření barevnosti I. Díl, TU Liberec, 1985
- [32] Vík, M.: Barevné odchylky, TU Liberec, 2002
- [33] ČSN 80 0872
- [34] ČSN 80 0123
- [35] www.Tescan.cz
- [36] Válková, I.: Bariérové vlastnosti textilií pro výrobu ochranných oděvů pro superčistá prostředí, diplomová práce, 2004
- [37] Militký, J., Vaníček, J.: Vlastnosti vláken, TU Liberec, 2002
- [38] Švagerka, T., Ševčíková, G.: Reading Book for The Faculty Of Textile Engineering, TU Liberec, 2003